الحصاد المائي في الأقاليم

الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي

الأستاذ الدكتور
عاطف علي حامد الخرابشة

الدكتور
عثمان محمد غنيم



www.darsafa.net



﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ ﴾

صدق الله العظيم

الحصاد المائي في الاقاليم

الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي

الحصاد المائي في الاقاليم

الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي

أ.د عاطف علي حامد الخرابشة

د. عثمان محمد غنيم

الطبعة الأولى

2009 م – 1430 هـ



دار صفاء للنشر والتوزيع عمان

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (3684/ 10/ 2008)

551

الخرابشة، عاطف

الحصاد المائي في الأقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن /

عاطف علي حامد الخرابشة._ عمان: دار صفاء للنشر 2008 .

( ) ص

ر . أ: (3684/ 10/ 2008)

الواصفات : / الجيولوجيا/ / الأقاليم/ / المناطق الجافة/ المياه/ الجغرافيا الطبيعية/

* تم إعداد بيانات الفهرسة الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

الطبعة الأولى

2009 م - 1430 هـ



دار صفاء للنشر والتوزيع

عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري - تلفاكس 4612190 6 962+

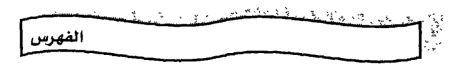
ص.ب 922762 عمان - 11192 الاردن

DAR SAFA Publishing - Distributing
Telefax: +962 6 4612190 P.O.Box: 922762 Amman 11192- Jordan
http://www.darsafa.net
E-mail :safa@darsafa.net

ISBN 978-9957-24-447-7 ردمك



الفهرس



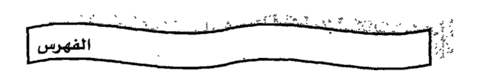
الفصل الثالث: الحصاد المائي/ اطار نظري عام

الفصل الرابع: المتطلبات الرئيسة لانشاء منظومات وتقنيات حصاد المياه

الفصل الخامس: منظومات وتقنيات حصاد المياه

الفصل السادس: العوامل المؤثرة في عملية حصاد المياه

الفصل السابع: التجربة الاردنية



الملحق رقم (1)

المراجع



فهرس الجداول

فهرس الاشكال

مقدمة الكتاب

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله محمد صلى الله عليه وسلم وبعد،

فقد قضت سنة الله تعالى في هذا الكون أن يجعل سر الحياة جميعه في هذا السائل الابيض أو الذهب الابيض كما يحلو للبعض أن يسميه، فالماء كان وما زال وسيظل سر الوجود وجوهر الحياة واكسيدها، بوجوده تقوم الحضارات وترقى وتتطور وتستمد منه استمرارية بقائها وباختفائه تدلهم وتضمئل وتختفي، فسبحان من (جعل من الماء كل شيء حي) وسبحان من نفخ فيه سّر الكينونة.

ورغم أن الماء هو المادة الأكثر شيوعاً فوق كوكب الأرض، الا أنه ايضاً وفي نفس الوقت المادة الاكثر ندرة على صعيد النوعية، لذلك كان سبب صراع بين البشر والمجتمعات منذ الازل، وفي الاقاليم الجافة وشبه الجافة يتسم الماء بندرته الواضعة وتراجع في نوعيته، لذلك كانت هذه الاقاليم في الماضي والحاضر من عدم كفاية كم الماء المتاح فيها مقارنة بغيرها من الاقاليم، وقد شكلت ندرة المياه تحدياً لسكان هذه الاقاليم لذلك سعى سكان هذه الاقاليم في الماضي والحاضر إلى استخدام وتطوير تقنيات مختلفة تساعدهم في توفير كميات اضافية من

الماء وبالذات مياه الامطار ومياه الاودية والسيول وذلك لاستخدامها للاعراض المختلفة.

وقد كانت عملية الحصاد المائي بمنظوماتها البسيطة والمعقدة احد الطرق والوسائل التي لجأ إلى الإنسان لسد العجز المائي الذي يعاني منه، وقد اثبت هذه المنظومات فاعليتها في كثير من الاحيان ومنيت بالفشل في احيان اخرى، ونظراً لاهمية عملية الحصاد المائي ودورها الهام والكبير في توفير كميات اضافية من المياه تعمل على سد النقص الحاصل وتشكل في نفس الوقت استغلالاً مثلاً للموارد الطبيعية عامة ومورد المياه خاصة، فقد جاء هذا الكتاب ليقدم صورة واضحة عن عملية الحصاد المائي بتقيناتها وفنياتها ومنظوماتها امعاناً في زيادة الوعي لدى القارئ والطالب على السواء بأهمية هذه العملية في حياة الجماعات والمجتمعات في الاقاليم الجافة وشبه الجافة والتي منها المجتمعات العربية حيث جاء الكتاب في سبعة فصول ومقدمة وخاتمة.

وتناول الفصل الاول الاقاليم الجافة وشبه الجافة من حيث مفهومها وسماتها المناخية وسكانها وامتداوها الجغرافي، بينما ركز الفصل الثاني على مشكلة المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة، اما الفصل الثالث فقد قدم الاستعراض التاريخي ومكونات منظومات الحصاد المائي وانواعه، وعالج الفصل الرابع المتطلبات الرئيسة لانشاء منظومات وتقنيات حصاد المياه، وتناول الفصل الخامس منظومات حصاد المياه من حيث انواعها وغاياتها، واستعرض الفصل السادس

العوامل المؤثرة في عملية حصاد المياه، أما الفصل السابع والاخير من الكتاب فقد استعرض التجربة الاردنية في مجال حصاد المياه.

نسأل الله تعالى أن ينفع بهذا الكتاب من كتبه وقرأه على حد سواء، واخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

المعدان

أ. د. عاطف الخرابشة

١

الفصل الأول

الاقاليم الجافة وشبه الجافة
اطار نظري عام

الفصل الاول

الاقاليم الجافة وشبه الجافة

اطار نظري عام

مقدمة:

يعرف الاقليم في مفهومه العام على انه منطقة جغرافية تتمتع ببعض الخصائص المتجانسة Homogeneous characterstics التي تميزه عن غيره من الاقاليم والمناطق الأخرى، وتنتمي الاقاليم الجافة وشبه الجافة إلى مجموعة الاقاليم المتجانسة أو الشكلية التي تضم ثلاث مجموعات من الاقاليم هي: (غنيم، 2005، ص 72-73).

- الاقاليم الطبيعية.
- الاقاليم الاقتصادية.
- الاقاليم الثقافية.

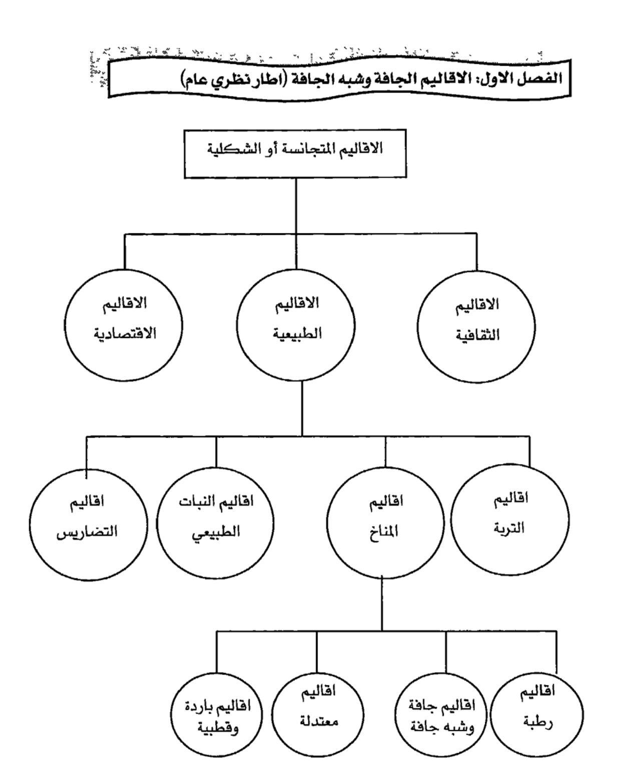
ويهمنا في هذا الصدد مجموعة الاقاليم الطبيعية التي تنتمي إليها الاقاليم الجافة وشبه الجافة، فالاقاليم الطبيعية هي مناطق تتشابه وتتجانس في بعض الخصائص الطبيعية مثل: التربة، المناخ، اشكال السطح، النبات الطبيعي...... إلخ، وفي حقيقة الامر فان الاقاليم الجافة وشبه الجافة تنتمي إلى الاقاليم الطبيعية المناخية، اي المناطق التي تتشابه

وتتجانس مع بعض الخصائص المناخية كالامطار والحرارة والرطوبة ودرجة السطوع، والمدى الحراري.....إلخ. (غنيم، 2005، ص 73، (شكل رقم (1)).

تعريف الاقاليم الجافة وشبه الجافة:

تعرف الاقاليم الجافة وشبه الجافة وفق المعايير المناخية على انها تلك المناطق التي يغلب عليها طابع الجفاف، والجفاف بمعناه المناخي هنا يعني ان مدخلات هذه الاقاليم من اشكال التساقط المختلفة اقل من مخرجاتها من التبخر والنتح Evapotranspiration، بمعنى آخر، فان المناطق الجافة وشبه الجافة هي تلك المناطق التي يكون فيها معدل الامطار الساقطة السنوي اقل من معدلات التبخر والنتح، وهذا في الحقيقة ناجم عن السمات المناخية السائدة في هذه الاقاليم والتي يمكن تخليصها فيما يلي (www.Al.Moqatel.com).

- تدني المعدل السنوي للامطار الساقطة.
- ارتفاع المدى الحراري اليومي والسنوي.
- التذبذب المكاني والزماني في توزيع الامطار الساقطة.
- ارتفاع معدلات التبخر والنتح.
- النشاط الريحي المرتبط بتوزيع نطاقات الضغط الجوي في الكرة الارضية.



شكل رقم (1): الاقاليم الجافة وشبه الجافة

المصدر: عمل الباحثين

الاقاليم الجافة وشبه الجافة من منظور مناخي:

جرت محاولات علمية عديدة لتحديد المناطق الجافة وشبه الجافة في الكرة الأرضية وفق معايير واعتبارات مناخية مختلفة، وفيما يلي استعراض مختصر لبعض هذه المحاولات:

أ) قانون دالتون John Dalton:

قام عالم الفيزياء البريطاني جون دالتون بتطوير طريقة لقياس التبخر/ النتح Evapotranspiration في مطلع القرن التاسع عشر، حيث وضع ما يعرف باسم قانون دالتون Daltons law من خلال اقامة علاقة بين التبخر من جهة وكل من سرعة الرياح والاشباع الرطوبي من جهة اخرى. وقد عبر عن هذه العلاقة في المعادلة التالية (www.Al.Moqatel.com).

$$E = f(u)\ (es - ea)$$

حيث أن:

التبخر = E

دالة سرعة الرياح = f (u)

الضغط الاشباعي لبخار الماء = es.

ضغط بخار الماء = ea.

وفي الاقاليم الجافة وشبه الجافة تكون دائما معدلات التبخر/ نتح ومرتفعة وهي غالبا أكبر من معدلات الامطار الساقطة السنوية.

ب) معادلة بنمان Penman's Equation:

تعتبر معادلة بنمان من اكثر اساليب تقدير التبخير من المسطحات المائية استخداما وشيوعا، حيث تعتمد على اسلوبي توازن الطاقة وديناميكية الهواء، وتنص المعادلة على ما يلي (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 95-96):

$$E = (\Delta / yH + EA) / (\Delta / y + 1)\, mm/day$$

حيث أن:

التبخر من السطح المائي = E.

درجة انحدار منحنى ضغط بخار الماء المشبع عند درجة الحرارة المطلوب Δ = (mm Hg. /F)

ثابت معادلة البكروميتر وهو يساوي 0.65 = Y.

الموازنة الحرارية للمسطح المائي = H.

تمثل ديناميكية الهواء وتحسب وفق المعادلة التالية = Ea.

$$Ea = 0.35\,(ea - ed)\,(1 + u/100)\ mm\ day$$

حيث أن:

ضغط بخار الماء المشبع عند معدلة درجة الحرارة المطلوبة ea = (mm.Hg)

ضغط بخار الماء المبع عند درجة نقط الندى = ed

معدل سرعة الرياح في اليوم بالميل على ارتفاع مترين عن سطح الارض=u

وفيما يتعلق بقيمة (H) في معادلة بنمان فيمكن حسابها من خلال المعادلات التالية:

$$H = A - B \text{ mm/day}$$

حيث أن:

الاشعاع الشمسي قصير الموجة الذي يصل سطح الارض لو لم يكن الغلاف الجوي موجودا = A

الاشعاع الشمسي طويل الموجة الذي يشع من الارض = B

ويمكن حساب A + B من خلال المعادلات التالية:

$$A = (1 - r)\,Ra\,(0.18 + 0.55n/N)\,\text{mm/day}$$

$$B = Q\,T_a^4\,(0.56 - 0.09\sqrt{ed})\,(0.10 + 0.90\,n/N)\,\text{mm/day}$$

حيث أن:

الاشعاع الشمسي الذي يصل سطح الارض لو لم يكن الغلاف الجوي موجودا = Ra

معامل انعكاس الاشعة من السطح المعرض للتبخر = r

عدد ساعات التشمس الفعلي = n

عدد ساعات التشمس النظري = N

ثابت ستيفن – بولتزمن = Q

معدل درجة الحرارة المطلقة = Ta

ضغط بخار الماء المشبع عند درجة حرارة نقطة الندى = ed

جـ) تصنيف كوبن V. Coppen:

قام العالم الالماني فلاديمير كوبن بوضع تصنيفه المناخي لمناطق الكرة الأرضية مطلع القرن العشرين، وقسم العالم من خلاله إلى خمسة اقاليم مناخية رئيسة، احد هذه الاقاليم الرئيسة هو اقليم المناخ الجاف وشبه الجاف ورمز له بالحرف (B)، وميز بين هذا الاقليم والاقاليم الاربعة الاخرى على اساس معدل التساقط المطري وليس على اساس درجة الحرارة، ووفق المعادلات التالية: (شحادة، 1983، ص 151).

1) الحالة الأولى: عندما تكون الامطار موزعة طوال العام:

يتم في هذه الحالة التمييز بين المناخ الجاف وشبه الجاف (B) وبقية الاقاليم المناخية والاخرى وفق المعادلة التالية:

ط/ح = 1

حيث أن:

ط = المعدل السنوي للامطار (سم).

ح = المعدل السنوي لدرجة الحرارة (م).

إذا كانت (B) أقل من (1) يكون المناخ جافا، وإذا كانت اكثر من (1) يكون المناخ رطبا.

2) الحالة الثانية: عندما تكون الامطار صيفية:

والتمييز بين الاقليم الجاف وشبه الجاف (B) والاقاليم المناخية الاخرى يتم وفق المعادلة التالية:

ط/ (ح + ٧) = 1

3) الحالة الثالثة: عندما تكون الامطار شتوية:

يميز الاقليم الجاف وشبه الجاف (B) عن الاقاليم المناخية الاخرى من خلال المعادلة التالية:

ط= 2 ح

وقد قسم كوبن الاقليم الجاف (B) في تصنيفه إلى اقليمين مناخيين فرعيين هما (شحادة، 1983، 152).

- اقليم المناخ الجاف أو الصحراوي ورمز له بالرمز (BW).

- اقليم المناخ شبه الجاف أو الاستيس ورمز له بالرمز (Bs).

وميز كوبن بين هذين الاقليمين المناخيين الفرعيين باستخدام المعادلات التالية:

1) الحالة الأولى: عندما تكون الامطار طوال العام:

نميز بين الاقليمين من خلال المعادلة التالية:

(ط/ح + ٧) = 1

2) الحالة الثانية: عندما تكون الامطار صيفية:

نميز بين الاقليمين من خلال المعادلة التالية:

(ط/ح + 14) = 1

3) الحالة الثالثة: عندما تكون الامطار شتوية:

نميز بين الاقليمين من خلال المعادلة التالية:

(ط/ح) = 1

إذا كانت نتيجة أي معادلة من المعادلات المذكورة آنفا اكثر من (1) فان المناخ يكون شبه جاف، وإذا كانت أقل من (1) يكون المناخ جاف أو صحراوي.

د) تصنيف ثورنثويت W. Thornthwite:

قام ثورنثويت بتصنيف مناطق العالم إلى اقاليم مناخية وفق اسس اربعة رئيسة هي (شحادة، 1983، ص 161).

- قرينة الرطوبة.
- فاعلية الحرارة.
- فصلية الرطوبة.
- التركز الصيفي للحرارة الفاعلة.

يبدأ تصنيف أي منطقة مناخية عند ثورنثويت بتعزير قرينة الرطوبة ثم فاعلية الحرارة وتحديد مدى فصلية الرطوبة واخيرا تقدير مدى تركز الحرارة الفاعلة في فصل الصيف، والمناطق الجافة وشبه الجافة حسب هذا الاسس الاربعة هي: (شحادة، 1983، ص 162-165):

- حسب قرنية الرطوبة:

الاقاليم الجافة حسب هذا الاساس هي تلك التي تتراوح بينها قرنية الرطوبة بين -40 إلى -60.

اما المناطق شبه الجافة تتراوح فيها قرنية الرطوبة بين:

-20 إلى -40.

علما بأن قرنية الرطوبة تحسب وفق المعادلة التالية:

- قرينة الرطوبة=

العجز المائي× الفائض المائي− 60×100
———————————————
التبخرو النتح الكامن

حسب فاعلية الحرارة:

المناطق الجافة حسب هذا الاساس هي التي تكون فيها الفاعلية الحرارية اكثر من 114.5 والمناطق شبه الجافة تتراوح فيها الفاعلية الحرارية بين 99.7 إلى 114.5 علما بان ثورنثويت استخدم معدل التبخر والنتح في حساب فاعلية الحرارة.

- حسب فصلية الرطوبة:

يكون الفائض المائي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة قليل أو معدوم ويتراوح ما بين صفر إلى 10.

- **التركز الصيفي للحرارة الفاملة:**

حسب هذا الاساس، فان المناطق الجافة هي تلك التي يكون التركز الصيفي للحرارة اقل من 48، بينما يتراوح هذا التركز في المناطق شبه الجافة بين 48-51.9.

هـ) معادلة منظمة الاغذية والزراعة الدولية (FAD):

قامت منظمة الاغذية والزراعة الدولية بتطوير معادلة لحساب كمية التبخر المعياري بالمليمتر في اليوم اعتمادا على نموذج بنمان – مونيث Penman – Monteith وهذه المعادلة هي: (www.Al.Moqatel.com).

$$ET_o = 0.408\,\Delta ea\,(Rn - G) = y900 / T + 273\,Uz\,(es - ea)\,Aea + y\,(1 + 0.34U_2)$$

حيث أن:

اجمالي الفاقد الرطوبي عن طريقي التبخر من التربة والنتح من النبات = ETo

صافي الاشعاع عند سطح الارض = Rn

كثافة تبادل التربة الحراري = G

المتوسط اليومي لدرجات الحرارة على ارتفاع مترين من السطح = T

سرعة الرياح على ارتفاع مترين من السطح = U2

الضغط الاشباعي لبخار الماء = es

الضغط الفعلي لبخار الماء = ea

العجز في ضغط بخار الماء الاشباعي = es – ea

انحدار منحنى ضغط بخار الماء = Δea.

مساحة وسكان الاقاليم الجافة وشبه الجافة:

تقدر مساحة الاقاليم الجافة وشبه الجافة بأكثر من 40٪ من اجمالي مساحة الأرض (www.Alwatan.com)، تشكل الصحاري واشباه الصحاري من هذه النسبة نحو 26.3٪، وتصل نسبة الصحاري إلى نحو 12٪ بينما تصل نسبة اشباه الصحاري إلى نحو 14.3٪. (www.Al.Moqtel.com).

يعيش في الاقاليم الجافة وشبه الجافة قرابة (2) بليون نسمة أو ما يعادل ثلث سكان العالم، حيث تتسم حياتهم بشظف العيش، نظرا لانهم يعيشون في اقاليم تتسم بالكثافة الايكولوجية والاقتصادية والطبيعية.

وعلى صعيد الوطن العربي الذي تقدر مساحته بنحو 13.69 مليون كم2، أو ما يعادل 10.15٪ من مساحة اليابس، فان مساحة الاقاليم الجافة وشبه الجافة العربية تقدر بحوالي 1266 مليون هكتار، أو ما يعادل 90.4٪ من اجمالي مساحته، أما مساحة الصحاري في الوطن العربي فتقدر بنحو 40٪ من اجمالي مساحة الاقاليم الجافة وشبه الجافة العربية، ويشير توزيع الاراضي في الوطن العربي إلى أن هناك 69٪ من اجمالي الوطن العربي التي يقل فيها معدل المطر السنوي عن 100 ملم سنويا (www.Alwatan.com).



الفصل الثاني

مشكلة المياه في الاقاليم الجافة وشبه الجافة

الفصل الثاني
مشكلة المياه في الاقاليم الجافة وشبه الجافة

مقدمة:

الماء هو عصب الحياة، وفيه يكمن سرها، لذلك ليس غريبا أن نجد أن الإنسان ومنذ فجر الخليقه لجأ إلى إقامة حضاراته حول ضفاف الانهار الدائمة الجريان، وبالقرب من مصادر المياه، ومما هو جدير بالذكر أن المياه كانت وما زالت احد اهم التحديات التي تواجه كثير من المجتمعات الإنسانية بما في ذلك العربية منها، وقد اكد العديد من المنظمات الدولية وبالذات تلك التابعة للامم المتحدة والعاملة في مجال المياه على ان الماء سيكون بحق هو التحدي الاكبر والمشكلة الحقيقية التي ستواجه العالم خلال القرن الحادي والعشرين، وقد عزز هذا الرأي كل من مؤتمر دبلن عام 1992 ومؤتمر ريودي جانيرو اللذان اشارا بوضوح إلى أن صحة الإنسان وامته ورفاهة وتنميته الصناعية وكذلك نظم الارض الايكولوجية معرضة جميعها للخطر ما لم يتم اعادة النظر في اساليب إدارة الموارد المائية بكفاءة وفاعلية (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 9). ولكل ما تقدم تشير كثير من الدراسات والمجالات المتخصصة إلى أن الصراع والحروب القادمة في العالم ستكون من اجل السيطرة على مصادر المياه ومنابعها.

والدافع ان الازمة المائية سواء اكانت على مستوى العالم أو القارات أو الدول أو الاقاليم، انما هي نتيجة لغياب التوازن بين ما هو متاح ومتجدد من مصادر المياه (أي العرض من المياه) وبين الطلب المتزايد على المياه نتيجة

تزايد اعداد السكان وتحسن مستويات معيشتهم في كثير من بقاع العالم، اضافة إلى تزايد حجم النشاطات التنموية المختلفة كما ونوعا والتي تعتبر المياه مدخلا رئيسا لها.

ازمة المياه في الاقاليم الجافة وشبه الجافة:

وقد نوه برنامج الامم المتحدة للتنمية في تقريره الموسوم بـ: "السلطة والفقر والازمة الشاملة للحياة" إلى أن الأسباب العميقة لازمة المياه ترتبط بمجموعة من العوامل هي: (www.Annabaa.org)

-الفقر.

- غياب المساواة في توزيع عائدات النمو والتنمية.

- علاقات القوى غير المتوازنة.

- السياسات غير الملائمة في إدارة موارد المياه.

ويشير التقرير نفسه إلى أن هناك 4900 حالة وفاة يوميا للاطفال، أو ما مجموعه 1.8 مليون طفل سنويا بسبب تفشي وانتشار امراض ترتبط بنقص أو غياب المياه الصالحة للشرب، وهذا العدد من الأطفال يمثل خمسة اضعاف عدد الاطفال الذين يموتون بسبب مرض نقص المناعة المكتسبة (الايدز) (www.annabaa.org).

ويؤكد تقرير التنمية البشرية نفسه إلى أن مشكلة المياه في العالم ستتفاقم نتيجة التغيرات المناخية وخاصة ارتفاع درجات الحرارة مع تراجع كميات التساقط المختلفة، الأمر الذي سيؤدي إلى فترات جفاف طويلة، على صعيد آخر فان خصخصة قطاع المياه في كثير من دول الاقاليم الجافة وشبه الجافة لم تحقق النتائج الايجابية المرجوة، ففي العاصمة الكثيبة

نيروبي يتسلم السكان حصتهم من المياه عن طريق صهاريج نقل المياه ولكن بكلفة أعلى من سعر المياه في لندن ونيويورك (www.Annabaa.org).

وتعزى الأسباب الرئيسة لمشكلة المياه على مستوى العالم لمجموعة مختلفة من الاسباب التي اهمها (www.Annabaa.org):

أ- الزيادة السكانية المضطردة في اعداد سكان العالم:

فقد بلغ عدد سكان العالم عام 2000 نحو 6.1 مليار نسمة ومن المتوقع أن يصل هذا العدد إلى 9.3 مليار نسمة بحلول عام 2005، وهذا يعني أن العالم يزيد بنحو 90 مليون نسمة سنوياً، وإذا ما افترضنا بأن كل فرد من هؤلاء يحتاج 1000 م3 من المياه سنوياً، فمعنى ذلك أن الطلب على المياه سيزداد سنوياً نحو إلى 90 مليار م3.

ب- النمو الاقتصادي:

تزداد معدلات النمو الاقتصادي في دول العالم المختلفة من عام لآخر الأمر الذي يؤدي إلى تحسن معيشة السكان، وبالتالي زيادة الطلب على المياه، فقد ازدات كمية المياه المستخدمة للاغراض المنزلية من حوالي 260 مليوم م3 عام 1987 إلى حوالي 950 مليون م3 عام 2000 وكذلك الحال بالنسبة للمياه المستخدمة في مجالات الزراعة والصناعة حيث ازدات في نفس الفترة الزمنية من 750 مليوم م3 عام 1987 إلى نحو 1000 مليون م3 عام 2000.

جـ-الاستعمال غير المنظم للمياه:

تستهلك الدول المتقدمة نحو 70٪ من مياهها المتاحة لاغراض الزراعة وحوالي 20٪ للصناعة ونحو 10٪ للاغراض المنزلية. أما هي الدول النامية

فتستهلك ما بين 85-95٪ لاغراض الزراعة وما بين 5-15٪ لاغراض الصناعة والاغراض المنزلية.

د- تزايد اسعار المياه في كثير من دول العالم:

والسبب الرئيسي في زيادة اسعار المياه في كثير من دول العالم يعود لزيادة الطلب على المياه من جهة وتدهور نوعيتها من جهة أخرى.

هـ- التوزيع السكاني غير العادل للمياه في العالم:

وهذا التوزيع يرتبط بالدرجة الأولى بالظروف والسمات المناخية المختلفة السائدة في مناطق العالم المختلفة، ويلاحظ أن هناك 23 دولة تستأثر نحو ثلثي الموارد المائية الموجودة على سطح كوكبنا، ويتوزع الثلث الباقي ما بين دول العالم الأخرى التي تعادل في عددها ستة أضعاف الدول اعلاه.

و- التغيرات المناخية:

تساهم التغيرات المناخية السالبة ممثلة بظاهرة الاحتباس الحراري الناتجة عن ارتفاع نسبة الملوثات في الغلاف الغازي في زيادة حدة مشكلة المياه في العالم نظراً لما تسببه هذه التغيرات من فترات جفاف طويلة وارتفاع في درجات الحرارة.

ز- الأوضاع السياسية:

تعمل الخلافات والتوترات السياسية خصوصاً بين الدول التي تشترك مع بعضها البعض في مصادر المياه إلى تعميق أزمة المياه على مستوى العالم.

ح- مصادر المياه المشتركة:

تعاني مصادر المياه المشتركة بين الدول المتجاورة وخصوصاً الانهر إلى استغلال مفرط لمياهها بالاضافة إلى تعرضها للتلوث باشكاله المختلفة، وهذا كله يساهم بشكل أو بآخر في تعميق مشكلة المياه على مستوى العالم، فهناك حوالي 214 نهراً في العالم تجري في اكثر من دولة، يعيش في احواض هذه الدول نحو 40٪ من سكان العالم، فنهر النيل يجري في اراضي (9) دول جميعها تقع في مناطق جافة وشبه جافة وكذلك الحال بالنسبة لنهري دجلة والفرات، وهناك أمثلة عديدة اخرى على مستوى العالم.

ط- سوء أدارة مصادر المياه المتاحة.

يؤدي غياب التنظيم وسوء الاستعمال والهدر إلى تعميق أزمة المياه على مستوى العالم، لذلك فإن غياب أساليب الإدارة السليمة والرشيدة لموارد المياه هو أحد الإسباب الرئيسة لمشكلة المياه على المستوى العالمي.

الحاجة إلى المياه:

يرتبط الطلب على المياه على الصعيد العالمي لمجموعة من العوامل التي اهمها:

- عدد السكان.
- مستوى التطور الزراعي.
- مستوى التطور الصناعي والتقني.
- نسبة سكان المدن.
- مستويات دخول الافراد ومستويات معيشتهم.
- السمات المناخية.

فالعلاقة بين عدد السكان والطلب على المياه هي علاقة طردية، فكلما ازداد عدد السكان زاد الطلب على المياه، وكذلك الحال بالنسبة لمستويات معيشة السكان ونسبة سكان المدن، لكن العلاقة بين الطلب على المياه ومستويات التطور الزراعي والصناعي هي علاقة عكسية فكما ازداد مستوى التطور الزراعي والصناعي كلما قل الطلب على المياه والعكس صحيح واما بالنسبة للسمات المناخية فكلما كان الطابع العام لهذه المسات هو الجفاف وارتفاع الحرارة كما ازداد الطلب على المياه والعكس صحيح.

أزمة المياه في الوطن العربي:

تشكل ندرة الموارد المائية وتدني نوعيتها في البلاد العربية تحدياً كبيراً يحول – في كثير من الأحيان – دون تنفيذ مشاريع وبرامج وخطط التنمية، وقد انعكس ذلك بشكل مباشر وغير مباشر على مستوى معيشة ورفاهية وانتاجية وبيئة الإنسان العربي، ونتيجية لهذه الاوضاع، فقد تزايد الاهتمام بوضع المياه في البلاد العربية في العقود الاخيرة نظراً لندرتها من جهة والحاجة الماسة لها من جهة اخرى، لانها اصبحت عاملاً محدداً ومعياراً حقيقياً يعكس مدى تقدم المجتمعات وتطورها (www.aoad.org).

العرض المائي في البلاد العربية:

تقدر كمية المياه المتاحة في بلدان الوطن العربي بنحو 265 مليار م3 سنوياً تتوزع بين 230 مليار م3 مياه سطحية ونحو 35 مليار م3 مياه جوفية، وهذا يعنى أن نصيب الإنسان العربي من المياه سنوياً يقل عن حد الفقر المائي

المتعارف عليه عالمياً وهو 1000م3/ سنة، ومن المتوقع أن يتراجع نصيب الإنسان العربي إلى أقل من 500م3/سنة بحلول عام 2025 نتيجية للزيادة السكانية والنشاطات التنمويه المختلفة، والحقيقة الاكثر خطورة تكمن في أن نصف كمية المياه المتاحة في بلدان الوطن العربي يرتبط بمصادر مائية تقع خارج حدود المنطقة العربية، الامر الذي يجعل هذه الكمية من المياه رهينة بأيدي غير عربية، وبالتالي فان هذه الكمية عرضه للتناقص في حال استثمار مصادر المياه هذه من قبل الدول الموجودة فيها، واذا ما اضفنا لهذا الواقع المائي حقيقة التدهور المستمر في نوعية المياه المتاحة نتيجة أنواع التلوث المختلفة التي تتعرض لها مصادر المياه، أدركنا حجم وابعاد المشكلة المائية التي يعيشها وسوف يعيشها الإنسان العربي في حاضره ومستقبله (www.egyptiangreens.com).

وتجدر الإشارة إلى أن استخدامات المياه في الوطن العربي تتوزع كالتالي (www.Annabaa.rog).

- 87٪ لاغراض الزراعية.
- 8٪ للاغراض المنزلية.
- 5٪ لاغراض الصناعية.

وتتوزع المياه السطحية في الوطن العربي لعام 2000 كالتالي (www.Annabaa.org):

38٪ مياه سطحية متاحة في كل من مصر والسوادن والصومال وجيبوتي.

37٪ مياه سطحية متاحة في كل من الأردن، سوريا، لبنان، العراق، فلسطين.

19.7٪ مياه سطحية متاحة في كل من دول المغرب العربي.

4.8٪ مياه سطحية متاحة في كل من دول الخليج العربي واليمن.

والحقيقة أن مشكلة المياه في بلاد الوطن العربي هي محصلة لاربعة عوامل رئيسة هي:

أ) العامل الطبيعي.

ب) العامل البشري.

د) العامل السياسي.

هـ) العامل الاقتصادي.

أ) العامل الطبيعي:

يتمثل العامل الطبيعي كأحد الابعاد الرئيسة لمشكلة المياه في الوطن العربي في الموقع الجغرافي، حيث تمتد معظم اراضي الوطن العربي في اقاليم جافة وشبه جافة، وهذا الوضع ينعكس سلباً على كميات التساقط بأنواعه المختلفة (جدول رقم 1) حيث تمتاز بقلتها وندرتها، ولا يقف الامر عند كم التساقط بل ينعكس أيضاً على سمات هذا التساقط وتوزيعه السكاني والزماني والتذبذب الزمني للتساقط وسوء توزيعه السكاني يعملان بلا شك على زيادة ندرة الموارد المائية وقلة المتاح منها، ومما يزيد في حدة المشكلة أن الموقع الجغرافي للوطن العربي يعرضه في احيان كثيرة إلى تقلبات وتغيرات مناخية تأخذ شكل دورات طويلة من الجفاف (جدول رقم 1).

جدول رقم (1): معدل الهطول المطري في الوطن العربي (مليار م^3/ سنويا).

القطر	أجمالي الهطول بالمليار متر مكعب سنويا (مم^3)
الأردن	8.5
الامارات	2.4
البحرين	0.1
تونس	36.0
الجزائر	192.5
جيبوتى	4.0
السعودية	126.8
السودان	1000
سوريا	48.5
الصومال	190.6
العراق	99.8
سلطنة عمان	15.0
فلسطين	8.1
قطر	0.1
الكويت	-
لبنان	9.2
ليبيا	49.0
مصر	15.3
المغرب	150.0
موريتانيا	157.2
اليمن	68.0
اجمالي الوطن العربي	2180.1

المصدر: www.aoad.org

لا شك أن الموقع الجغرافي للوطن العربي وتداعياته المتعلقة بعملية التساقط وسماتها كما ونوعا تشكل مجتمعة عاملا محددا ومعوقا رئيسا في طريق التنمية العربية بكل نشاطاتها ومشاريعها وبرامجها وقطاعاتها.

تعتبر المنطقة العربية ومن خلال موقعها الجغرافي من اكثر مناطق العالم تأثرا بالازمة المائية وتداعياتها المختلفة، وهذه الازمة مرشحة بشكل كبير لمزيد من التأزم والاستعمال، ومقارنة بسيطة بين الوضع المائي في البلاد العربية من جهة والعالم من جهة أخرى كفيل بتقديم صورة واضحة عن حجم وابعاد هذه الازمة (جدول رقم 2).

جدول رقم **(2)** المياه المتاحة ونصيب الفرد م^3 في الوطن العربي والعالم **(1997)**.

المنطقة	المياه المتاحة مليار م^3	عدد السكان مليون نسمة	نصيب الفرد من المياه م^3/ سنة
الوطن العربي	247.5	255.7	966.5
العالم	22000	5716.4	6997.4

المصدر: بتصرف عن **www.aoad.org**.

على صعيد أخر يتسم النظام المطري في الوطن العربي بحكم موقعه الجغرافي بالموسمية، حيث تسقط معظم كميات الأمطار وتتركز في فصل الشتاء مع وجود لبعض الاشرطة الارضية التي يسود فيها نظام المطر الصيفي أو الموسمي، إن موسمية التساقط لها تداعياتها السلبية حتى على الحلول والاجراءات المقترحة للحد من أزمة المياه، حيث تؤثر سلبا في فاعليتها وكفاءتها.

فمثلا تعتبر تقانات الحصاد المائي احدى الحلول المقترحة للحد والتخفيف من حجم الازمة المائية وفي البلاد العربية، لكن تذبذب الامطار الساقطة من عام لآخر وسوء توزيعها الزماني والمكاني يحد بشكل أو بأخر من كفاءة وفاعلية هذه التقنيات، فإذا ما كانت الامطار اكثر غزارة من المتوقع في سنة من السنوات فان ذلك قد يؤدي إلى تدمير نظم الحصاد المائي وبالذات السدود الترابية الصحراوية التي تتعرض في كثير من الاحيان للتدمير بسبب فيضانات غير مأخوذة في الحسبان في تصميم هذه المنشآت (www.aoad.org).

ب) العامل البشري:

يتمثل العامل البشري كبعد رئيس من ابعاد أزمه المياه في البلاد العربية في جانبين هما: الاول الزيادة المستمرة في اعداد السكان وارتفاع معدلات الزيادة السكانية السنوية الامر الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه وخصوصا لاغراض الشرب والاغراض المنزلية المختلفة والثاني سوء اداة الموارد المائية المناخية. مما يؤدي إلى استنزافها وهدرها وتلوثها وبالتالي يصبح نوعية المياه المتاحه دون المستوى المطلوب.

فمثلا يفقد الوطن العربي سنويا نحو 91443.27 م3 من المياه نتيجة استخدام اساليب الري السطحي في الزراعة (جدول رقم 3).

جدول رقم (3): فاقد المياه باستخدام اساليب الري السطحي في البلاد العربية.

القطر	مساحة أراضي الري السطحي (هكتار)	المياه المستخدمة (مليون متر3)	كفاءة النقل (%)	فواقد النقل (مليون متر3)	كفاءة الاضافة (%)	فواقد الاضافة (مليون متر3)	الفواقد الكلية (مليون متر3)
الاردن	20300	230	80	46	45	101.2	1472
سوريا	981273	12600	60	5040	50	2780	8820
العراق	351700	38620	80	7724	50	15448	23172
فلسطين	13000	120	73	32.4	45	48.18	80.58
لبنان	53500	535	73	144.45	50	195.275	339.725
المشرق العربي	4585.73	521.5	75,08	12986.9	50	19572.655	32559,505
الامارات	25382	528	84	84.48	40	266.112	350.592
البحرين	2479	105	84	16.8	40	52.92	69.72
السعودية	547000	5207	80	1041.4	40	2499.36	3540.76
عمان	57820	1078	84	172.48	40	543.31	715.792
قطر	8825	221	92	17.68	40	121.992	139.672
الكويت	3020	205	80	41	40	98.4	139.4
اليمن	382450	2700	84	432	40	1360.8	1792.8
الجزيرة العربية	1026994	10044	82.02	1805.84	40	4942.896	6748.736
جيبوتي	674	6.5	80	1.3	40	3.12	4.42

القطر	مساحة أراضي الري السطحي (هكتار)	المياه المستخدمة (مليون متر3)	كفاءة النقل (%)	فواقد النقل (مليون متر3)	كفاءة الاضافة (%)	فواقد الاضافة (مليون متر3)	الفواقد الكلية (مليون متر3)
السودان	1900000	16800	90	1680	60	6048	7728
الصومال	5000	786	80	157.2	50	314.4	471.6
مصر	3046000	50978	70	15293.4	45	19626.35	34919.93
الاقليم الاوسط	4996674	68570.5	75.02	17131.9	49.5	25992.05	43123.95
تونس	294000	2260	81	429.4	40	1098.36	1527.76
الجزائر	405500	2457	80	491.4	40	1179.36	1670.76
ليبيا	-	-	-	-	-	-	-
المغرب	986000	9446	82	1700.28	60	3098.288	4798.598
موريتانيا	49200	1500	81	285	40	729	1014
المغرب العربي	1734700	15663	81.45	2906.08	52.1	6105.008	9011.088
الوطن العربي	12.343.441	146382.5	76.21	34830.7	49.2	56612.609	91443.279

المصدر: **www.aoad.rog**

كذلك ادى ضعف الإهتام بالجوانب البيئية وسوء التعاطي مع الموارد الطبيعية عموما والموارد المائية خصوصا إلى تلوث هذه الموارد وتراجع نوعيتها وجودتها ، وهذا بدوره يزيد من هذه المشكلة المائية.

جـ) العامل الاقتصادي:

ويتمثل هذا العامل في تحسن مستويات الافراد إلى البلاد العربية وتحسين مستويات معيشتهم، الامر الذي ادى إلى زيادة الطلب المياه، فكما هو معروف فان تحسن مستوى المعيشة يؤدي بالضرورة إلى زيادة استهلاك الفرد من المياه.

وعلى مستوى الدولة أو المجتمع، فإن عملية تحسين مستويات معيشة السكان يتطلب تنفيذ مشاريع وبرامج ونشاطات تنموية مختلفة، والماء يشكل مدخل رئيسى في جميع نشاطات وعمليات التنمية، الامر الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على المياه فنتيجة تحسن مستويات المعيشة الذي يؤدي زيادة الطلب على المياه نظرا لتنوع وتعدد استخداماته المختلفة (جدول رقم 4).

جدول رقم (4): استخدامات المياه في الوطن العربي

السنة التي تم فيها التقدير	القطر	الزراعة		الاستهلاك المنزلي		الصناعة		الاجمالي
		كمية	%	كمية	%	كمية	%	كمية
1993	الاردن	737	75	214	22	33	3	984
1995	الامارات	1407	67	500	24	200	9	2108
1991	البحرين	135	56	94	39	10	4	239
1990	تونس	2727	89	261	9	86	3	3075
1990	الجزائر	2700	60	1120	25	680	15	4500
1985	جيبوتي	6	87	2	13	-	-	8

السنة التي تم فيها التقدير	القطر	الزراعة		الاستهلاك المنزلي		الصناعة		الاجمالي كمية
		كمية	٪	كمية	٪	كمية	٪	
1992	السعودية	15308	90	1517	9	193	1	17108
1995	السودان	16800	94	800	4	240	2	17800
1993	سوريا	13600	94	530	4	280	2	14410
1987	الصومال	781	97	24	3	-	-	810
1990	العراق	39380	92	1280	3	2140	5	42800
1991	سلطنة عمان	1148	94	56	5	19	1	1223
1994	قطر	211	74	66	23	8	3	285
1994	الكويت	324	60	201	37	13	2	538
1994	لبنان	875	68	268	28	50	4	1293
1994	ليبيا	4000	87	500	11	100	2	4600
1993	مصر	47400	86	3100	6	4600	8	55100
1991	المغرب	1018	92	543	5	322	3	11045
1985	موريتانيا	1500	92	101	6	29	2	1630
1990	اليمن	2700	92	201	7	31	1	2932

المصدر: www.aoad.org

د) العامل السياسي:

ويتمثل هذا العامل في الاخطار الخارجية التي يأتي في مقدمتها الاطماع الصهيونية في المياه العربية، إلى جانب اشتراك العديد من الدول العربية مع دول الجوار في مصادر مياه كما هو الحال بالنسبة لمصر والسودان واشتراكها مع اثيوبيا في مياه النيل، علما بأن اثيوبيا تتحكم في منابع نهر النيل وكذلك الحال بالنسبة لمنابع مياه نهري دجلة والفرات التي تتحكم بها تركيا ويشاركها فيهما كل من سوريا والعراق.

إن الموارد العربية القادمة من خارج الحدود العربية معرضة للنقص تنمية عوامل سياسية وعرضة للتدهور بسبب الاستغلال الجائر والتلوث.

واقع مستقبل العرض والطلب المائيين في دول عربية مختارة:

نشر المعهد العالمي للموارد المائية ومنظمة هيئة الامم المتحدة للبيئة تقريرا خاصا عام 1992-1993 حول مستقبل المياه في بعض دول منطقة الرق الأوسط، وفيما يلي ملخصا لواقع ومستقبل العرض المائي في دول عربية مختارة (www.kurdistanabinxete.com).

1- الوضع المائي في الأردن:

بلغ عدد سكان المملكة الاردنية الهاشمية حوالي 4 مليون نسمة عام 1990، وبمعدل زيادة سنوي يصل إلى 3.42٪، ومن المتوقع أن يبلغ عدد السكان عام 2025 في الاردن نحو 10.8 مليون نسمة.

يقدر العرض المائي السنوي المتاح بنحو 400 مليون م3، وتبلغ حصة الفرد من المياه المتاحة حوالي 173م3، تبلغ كمية المياه المتجددة سنويا حوالي 1.020 مليارم3، وعليه تكون حصة الفرد الأردني من المياه المتجددة حوالي 450 م3 سنويا يستخدم الاردن ما نسبة 65٪ من مياهه لاغراض الزراعة وحوالي 6٪ لاغراض الصناعة ونحو 29٪ للاحتياجات المنزلية (جدول رقم 5).

جدول رقم (5): الوضع المائي في المملكة الاردنية الهاشمية

المؤشر	قيمة المؤشر
1) عدد السكان عام 1990	4 مليون نسمة
2) نسبة النمو السكان عام 1990	٪ 3.42.
3) عدد السكان المتوقع عام 2025	10.8
4) كمية المياه المتاحة سنويا	400 مليون $م^3$
5) حصة الفرد من المياه سنويا 1990	173 $م^3$
6) كمية المياه المتجددة سنويا	1.020 مليار $م^3$
7) حصة الفرد الاردنى من المياه المتجددة	450 $م^3$
8) نسبة المياه المستخدمة في الزراعة	٪65
9) نسبة المياه المستخدمة في الصناعة	٪6
10) نسبة المياه المستخدمة للاحتياجات المنزلية	٪29

المصدر: يتصرف عن (www.kurdistabinxete.com).

2- الوضع المائي في مصر:

بلغ عدد السكان في جمهورية مصر العربية نحو 52.4 مليون نسمة عام 1990 ، وبلغ معدل النمو السكاني السنوي حوالي 2.2٪ وبالتالي من المتوقع أن يصل عدد السكان في مصر إلى نحو 3، 93 مليون نسمة بحلول عام 2025.

تستهلك مصر سنويا حوالي 56.600 مليار م3 من المياه، وهذه الكمية تعادل نحو 97٪ من اجمالي المياه المتاحة والتي تأتي من مصادر خارجة علما بأنه لا يوجد في الدولة مصادر مياه داخلية قدرت حصة الفرد المصري من المياه بحوالي 1026م3 سنويا عام 1990 ، تبلغ كمية المياه المتجددة سنويا بنحو 2.600 مليار م3، وبالتالي تبلغ حصة الفرد المصري من المياه المتجدة فقط 50م3. تستخدم مصر 88٪ من مياهها لاغراض الزراعة 5٪ لاغراض الصناعة ونحو 7٪ للاحتياجات المنزلية (جدول رقم 6).

جدول رقم (6) الوضع المائي في جمهورية مصر العربية

المؤشر	قيمة المؤشر
1) عدد السكان عام 1990	52.4 مليون نسمة
2) نسمة النمو السكان عام 1990	٪2.2
3) عدد السكان المتوقع عام 2025	93.3 مليون نسمة
4) الاستهلاك السنوي من المياه عام 1990	56.600 مليار م^3
5) حصة الفرد من المياه سنويا 1990	1026 م^3
6) كمية المياه المتجددة سنويا	2.600 مليار م^3
7) حصة الفرد من المياه المتجدة سنويا	50 م^3
8) نسبة المياه المستخدمة في الزراعة	٪88
9) نسبة المياه المستخدمة في الصناعة	٪5
10) نسبة المياه المستخدمة في الاغراض المنزلية	٪7

المصدر: بتصرف عن: **www.Kurdistanabinxete.com**.

3- الوضع المائي في الكويت:

بلغ عدد سكان دولة الكويت عام 1990 نحو 2.1 مليون نسمة، وبنسبة زيادة سكانية تقدر بحوالي 5.8٪، ومن المتوقع أن يصل عدد السكان عام 2025 إلى حوالي 2.8 مليون نسمة.

لا توجد في دولة الكويت اي مصادر مياه داخلية، وتستهلك من المياه ما يساوي حوالي 500 مليون م3، اغلبها من المياه غير التقليدية وبالتجديد من تحلية مياه البحر، تقدر حصة الفرد الكويتي من المياه بنحو 525م3، تستخدم الكويت 4٪ من مياهها لاغراض الزراعة وحوالي 32٪ لاغراض الصناعة والجزء الاكبر 64٪ للاحتياجات المنزلية (جدول رقم 7).

جدول رقم (7): الوضع المائي في دولة الكويت

المؤشر	قيمة المؤشر
1) عدد السكان عام 1990	2.1 مليون نسمة
2) نسبة النمو السكان عام 1990	٪5.8
3) عدد السكان المتوقع عام 2025	2.8 مليون نسمة
4) كمية المياه المستهلكة سنويا	500 مليون م^3
5) حصة الفرد من المياه	525 م^3
6) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الزراعة	٪4
7) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الصناعة	٪32
8) نسبة المياه المستخدمة للاحتياجات المنزلية	٪64

المصدر: يتصرف عن (www.kurdistabinxete.com).

4- الوضع المائي في المملكة العربية السعودية:

بلغ عدد سكان المملكة العربية السعودية نحو 14.9 مليون نسمة عام 1990 وبنسبة زيادة سنوية تقدر بحوالي 3.38٪ من المتوقع أن يصل عدد السكان عام 2025 إلى حوالي 40.4 مليون نسمة.

تستهلك السعودية حوالي 3.800 مليار م3 من المياه سنويا، لتحصل عليها من المياه الجوفية وتحلية مياه البحر، تصل حصة الفرد السعودي من المياه إلى حوالي 497 م3، كمية المياه المتجددة سنويا حوالي 2.200 مليار م3، تشكل حصة الفرد منها نحو 140 م3، تستخدم السعودية 47٪ من مياهها لاغراض الزارعة وحوالي 8٪ لاغراض الصناعة والباقي للاحتياجات المنزلية (جدول رقم (8)).

جدول رقم (**8**): الوضع المائي في المملكة العربية السعودية

المؤشر	قيمة المؤشر
1) عدد السكان عام 1990	14.9 مليون نسمة
2) نسمة النمو السكانية	٪3.38
3) عدد السكان المتوقع عام 2025	40.4 مليون نسمة
4) كمية المياه المستهلكة سنويا 1990	3.800 مليار م^3
5) حصة الفرد من المياه سنويا	497 م^3
6) كمية المياه المتجددة سنويا	2.200 مليار م^3
7) حصة الفرد من المياه المتجددة سنويا	140 م^3
8) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الزراعة	٪47
9) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الصناعة	٪8
10) نسبة المياه المستخدمة للاغراض المنزلية	٪45

المصدر: بتصرف عن (**www.kurdistabinxete.com**).

5- الوضع المائي في الجمهورية العربية السورية:

بلغ عدد سكان الجمهورية العربية السورية عام 1990 نحو 12.4 مليون نسمة وبزيادة سكانية سنوية تصل إلى 3.58٪، من المتوقع أن يبلغ عدد السكان عام 2025 إلى حوالي 35.3 مليون نسمة.

تستهلك سوريا من المياه سنويا نحو 3.340 مليار م3، وتبلغ حصة الفرد سنويا قرابة 435 م3، تبلغ كمية المياه المتجددة سنويا حوالي 7.600 مليار م3، ويصل نصيب الفرد من المياه المتجددة إلى نحو 570م3.

تستخدم سوريا 83٪ من مياهها لاغراض الزراعة ونحو 10٪ لاغراض الصناعة وحوالي 7٪ للاغراض المنزلية (جدول رقم 9).

جدول رقم (**9**): الوضع المائي في الجمهورية العربية السورية

المؤشر	قيمة المؤشر
1) عدد السكان عام 1990	12.4 مليون نسمة
2) نسمة الزيادة السكانية	٪3.58
3) عدد السكان المتوقع عام 2025	35.3 مليون نسمة
4) كمية المياه المستهلكة سنويا	3.340 مليار م^3
5) حصة الفرد من المياه المستهلكة	435 م^3
6) كمية المياه المتجددة سنويا	7.600 مليار م^3
7) حصة الفرد من المياه المتجددة	570 م^3
8) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الزراعة	٪83
9) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الصناعة	٪10
10) نسبة المياه المستخدمة للاغراض المنزلية	٪7

المصدر: بتصرف عن (**www.kurdistabinxete.com**).

6- الوضع المائي في العراق:

بلغ عدد سكان العراق عام 1990 حوالي 18.1 مليون نسمة وبنسبة زيادة سكانية سنوية تصل إلى 3.21٪، من المتوقع أن يبلغ عدد السكان عام 2025 حوالي 46.3 مليون نسمة، يستهلك العراق حوالي 42.800 مليار م3 من المياه سنويا وبحصة فرد تصل إلى 4575 م3، تبلغ كمية المياه المتجددة سنويا حوالي 34 مليار م3، ويصل نصيب الفرد من المياه المتجددة نحو 1760م3، يستخدم العراق 92٪ من مياهه لاغراض الزراعة ونحو 5٪ لاعراض الصناعة وحوالي 3٪ للاغراض المنزلية (جدول رقم 10).

جدول رقم (**10**): الوضع المائي في العراق

المؤشر	قيمة المؤشر
1) عدد السكان عام 1990	18.1 مليون نسمة
2) الزيادة السكانية السنوية	٪3.21
3) عدد السكان المتوقع عام 2025	46.3 مليون نسة
4) كمية المياه المستهلكة سنويا 1990	42.800 مليار $م^3$
5) حصة الفرد من المياه المستهلكة	4575 $م^3$
6) كمية المياه المتجددة سنويا	34 مليار $م^3$
7) حصة الفرد من المياه المتجددة سنويا	1760 $م^3$
8) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الزراعة	٪92
9) نسبة المياه المستخدمة لاغراض الصناعة	٪5
10) نسبة المياه المستخدمة للاغراض المنزلية	٪3

المصدر: يتصرف عن (**www.kurdistabinxete.com**).

يتبين من استعراض الوضع المائي في الدول العربية الست المختارة أن خمس دول منها تعاني من عجز مائي مزمن هي: مصر، الاردن، السعودية، الكويت وسوريا ودولة عربية واحدة تتمتع بفائض مائي وهي العراق.

ويتبين كذلك أن المشكلة المائية ستزداد حدة في المستقبل نظرا للتزايد المتوقع على المياه جدول رقم (11)

جدول رقم (11): الاحتياجات المائية المستقبلية لبلدان الوطن العربي (مليار م^3)

القطاع	1995	2010	2025
الزراعة	169	255	387
المنزلي	11	17	25
الصناعي	10	15	23
الاجمالي	190	287	435

اما الاسباب الرئيسة الكامنة خلف عجز المياه المزمن في البلاد العربية نلخصها تقدير التنمية البشرية المذكور سابقا في الأسباب التالية :(www.kurdistanabinxete.com)

أ) التزايد السكاني:

ولعل الاستعراض السابق للاوضاع المائية في بعض الدول العربية يبرز هذه الحقيقة ويؤكدها.

ب) مصادر المياه المشتركة مع دول الجوار:

وهذه المصادر المشتركة تتمثل في منابع مياه الانهار الكبرى في الوطن العربي وهي: النيل ودجلة والفرات، ومن الملاحظ أن دول المنابع غالبا ما تستأثر بنصيب الاسد من المياه وعلى حساب دول المصب.

جـ) النمو الاقتصادي وتحسن مستويات معيشة السكان:

يؤدي التزايد المستمر في اعداد السكان وتحسن مستويات معيشتهم إلى تزايد الطلب على المياه وتصاعد مستمر في معدلات استهلاكها، وهذا الوضع بدوره يؤدي إلى تأزيم الوضع المائي اكثر واكثر.

د) الاوضاع السياسية:

تلعب الخلافات السياسية بين الدول التي تشترك مع بعضها البعض في مصادر مائية دورا كبيرا في تعميق صراعات المياه بين هذه الدول، وفي كثير من الاحيان تستخدم المياه كورقة ضغط في اللعبة السياسية.

هـ) تخلف وضعف اساليب ادارة المياه:

لا شك أن سوء إدارة قطاع المياه عرضا وتزويدا وطلبا يعمل على تفاقم مشكلة المياه ويزيد من استفحالها.

سبل واجراءات الحد والتخفيف من مشكلة المياه في الوطن العربي:

يتطلب التخفيف من حدة الازمة المالية في البلاد العربية ضرورة وضع استراتيجية خاصة بقطاع المياه تقوم على (www.almustagbal.com):

- تحسين كفاءة استخدام المياه وسبل واجراءات المحافظة عليها كما ونوعا من خلال تطوير نظم واساليب الري الحالية وتطبيق اسلوب الادارة المتكاملة للموارد المائية بشكل كفوء وفعال.
- ترشيد استخدام المياه من خلال اخضاع عملية التزويد لمعايير تخطيطية تأخذ بعين الاعتبار كلفة المورد إلى جانب وضع سياسات زراعية من شأنها التوسع في انتاج المحاصيل المستهلكة لاقل كمية من المياه.

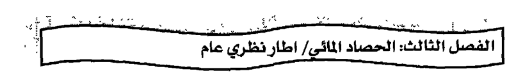
- تنمية وتطوير مصادر المياه غير التقليدية سواء أكان ذلك على صعيد المعالجة أو تحلية مياه البحر.
- تعزيز سبل الاستفادة بشكل فاعل من كميات الامطار الساقطة من خلال تطوير وانشاء منظومات خاصة بالحصاد المائي.

وفي الفصول اللاحقة سنتناول بشيء من التفصيل نظم الحصاد المائي كوسيلة وإدارة للتخفيف والحد من مشكلة المياه في بلدان الوطن العربي من خلال ما توفره من مياه اضافية تساعد في سد النقص والعجز الحاصل أو على الاقل التخفيف من حدته.



الفصل الثالث

الحصاد المائي / اطار نظري عام



الفصل الثالث

الحصاد المائي/ اطار نظري عام

مقدمة:

يأخذ التساقط المطري في المناطق الجافة وشبه الجافة في الغالب صورة امطار وميضية Flash flood تحدث خلال فترات زمنية قصيرة وبصورة فجائية ، يصعب في كثير من الاحيان التنبوء بها ، وغالباً ما تضيع وتختفي هذه الامطار بسرعة نتيجة التبخر والتسرب والجريان السطحي دون أن يتم الاستفادة منها بشكل فاعل، وهنا يبرز دور الحصاد المائي الذي يسعى من خلال تقنياته المختلفة لتجميع مياه الامطار هذه والاستفادة منها بشكل مفيد لاغراض الزراعة أو اي اغراض اخرى.

مفهوم الحصاد المائي:

تقوم عملية الحصاد المائي على مبدأ أن نكسب شيء أفضل من أن نخسر كل شيء، وهو مبدأ الخروج من اللعبة بأقل خسارة ممكنة ، فالاقاليم الجافة وشبه الجافة تعاني من عجز مائي مزمن، وكمية الامطار الساقطة غير كافية في كثير من الاحيان لانتاج المحاصيل الزراعية ولا حتى لسد احتياجات السكان من المياه لاغراض الاستخدامات المختلفة ، وحتى لا تذهب كمية المياه القليلة ادراج الرياح دون ان يستفاد منها ، فإنه يتم من خلال اساليب وتقانات الحصاد المائي المختلفة تجميعها وتخزينها أما على شكل مياه و ربطأأو رطوبة في التربة

وبصورة تسمح بالاستفادة منها في مجال الانتاج الزراعي أو اي مجالات ونشاطات او استخدامات اخرى.

تعتبر تقنيات الحصاد المائي من أهم أدوات واجراءات ادارة الطلب على المياه، حيث يتم بواسطتها تجميع المياه للاستفادة منها في الاغراض المختلفة.

تعرّف المنظمة العربية للتنمية الزراعية الحصاد المائي على انه:

اية عملية مورفولوجية أو كيميائية أو فيزيائية تنفذ على الأرض من أجل الاستفادة من مياه الامطار بشكل مباشر يعمل على تمكين التربة من تخزين اكبر قدر ممكن من مياه الامطار الساقطة عليها وتخفيف سرعة الجريان لتقليل معدلات انجراف التربة أو بشكل غير مباشر من خلال تجميع مياه الجريان السطحي وتخزينها واستخدامها للاغراض والنشاطات الانسانية المختلفة (www.aoad.org).

وتعرف بوكالة المساعدات الامريكية الحصاد المائي في احدى دراساتها على انه (عملية تصريف وتجميع مياه الامطار من كافة السطوح غير النفاذة في الابنية إلى خزانات تجميعية (www.usaidjordan.org).

أما وزارة المياه والري الاردنية فتعرف الحصاد المائي على أنه:

(عملية جمع المياه خلال مرحلة معينة من الدورة الهيدرولوجية التي تبدأ من وصول مياه الامطار إلى اسطح المنازل أو الارض وحتى في مرحلة الجريان في شكل سيول أو حجزها عن طريق بناء سداً وحقنها في آبار بهدف التخزين والإستفاده من المياه المهدورة في اوقات الجفاف) (وزارة المياه والري، 2006، ص 16).

ويعرف المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ابكاردا) الحصاد المائي على أنه (عملية تركيز السقوط بواسطة الجريان والتخزين لاستخدامه على نحو مفيد) (www.icard.cigar.org).

ويذهب البعض إلى القول بأن الحصاد المائي هو عبارة عن (عملية تجميع وتخزين مياه الجريان السطحي الناتجة عن هطول الامطار للاستفادة منها في اغراض الزراعة واثراء الغطاء النباتي وتغذية الحوض الجوفي وتوفير مياه الشرب للانسان والحيوان). (www.moiwr.gov-sd)

ويرى بورس و بن عاشر Boers and Ben – Asher أن الحصاد المائي عبارة عن حّث inducing وجمع collecting وتخزين storing والمحافظة على conserving مياه الجريان السطحي المحلية في المناطق الجافة وشبه الجافة من اجل استخدامها في مجال الزراعة (www.atnesa.org)

من التعريفات السابقة جميعها يمكن أو القول بأن الحصاد المائي عبارة عن:

عملية اصطياد وجني مياه الامطار منذ لحظة سقوطها على الاسطح الاسطح الكتيمة أو الارض واثناء مرحلة الجريان السطحي من خلال حجزها وتخزينها بوسائل معينة على شكل رطوبة في التربة أو في صورة مياه داخل مجمعات خاصة من اجل الاستفادة منها في النشاطات الانسانية المختلفة.

من التعريف اعلاه والتعريفات التي سبقته يتبين أن المفهوم عبارة عن عملية تتكون من اربع مراحل متسلسلة ومترابطة كالتالي (شكل رقم 2).

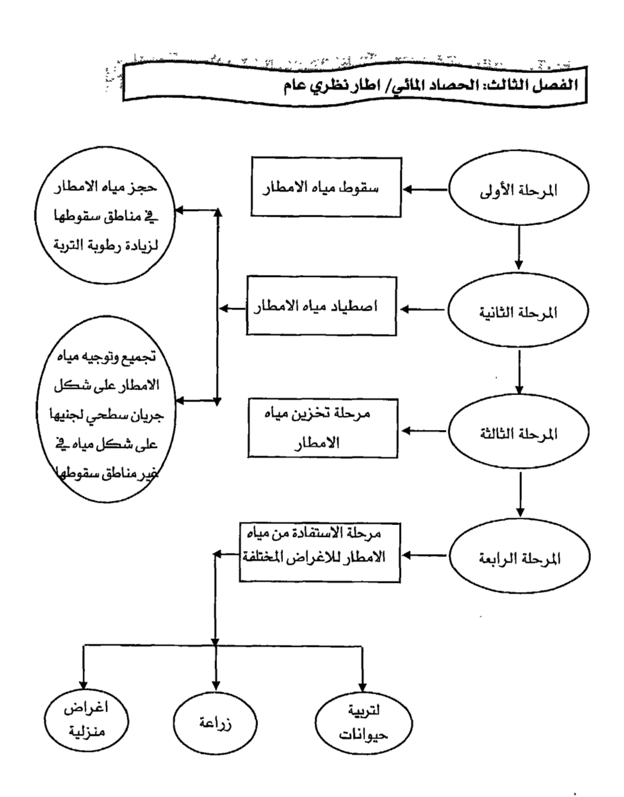
المرحلة الأولى وهي مرحلة سقوط الامطار.

المرحلة الثانية وهي مرحلة حجز مياه الامطار في مناطق سقوطها لرفع معدلات تسربها داخل التربة وبالتالي زيادة رطوبة التربة لتصبح قادرة

على انتاج زراعي معين والبديل الآخر لهذه المرحلة هو تجميع وتوجيه وتركيز مياه الامطار في صورة جريان سطحي ثم يتم حجزها لاحقا في غير مناطق سقوطها بوسائل مختلفة.

المرحلة الثالثة وهي مرحلة تخزين مياه الامطار.

المرحلة الرابعة وهي مرحلة الاستفادة من مياه الامطار في الاغراض المختلفة.



شكل رقم (2) مراحل عملية الحصاد المائي

المصدر: عمل الباحثين.

التطور التاريخي لاستخدام عملية حصاد المياه:

لا شك أن عملية حصاد المياه في اصلها هي ظاهرة طبيعية، مارستها الطبيعة منذ الازل وما تزال تمارسها وستبقى فانسياب مياه الامطار الساقطة على المناطق المرتفعة باتجاه الاراضي المنخفضة في اي بقعة من بقاع العالم، وتجمعها هناك على شكل برك أو سبخات هو الصورة الطبيعية الحية لهذه التقنية، ومنذ فجر الخليقة مارس الإنسان هذه العملية وتعملها من الطبيعة ومارسها بصورة أو بأخرى بشكل أو بآخر ويطريقة تعود عليه بالنفع وتوفر له المياه اللازمة لنشاطاته المختلفة.

وقد اعتمدت المدن والحضارات القديمة وبالذات تلك التي نشأت وترعرت في المناطق الجافة وشبه الجافة على هذه التقنية في توفير جزء لا يستهان به من حاجاتها من المياه للاغراض المختلفة، سواء اغراض الشرب أو الزراعة أو تربية الحيوانات، ففي شرق البحر المتوسط يعتبر العرب الانباط من الحضارات الرائدة في تطوير واستخدام تقنيات الحصاد المائي، فقد اعتمدوا على الصخور الجرداء المرتفعة المربوطة بشبكة من القنوات الصخرية الداخلية لتزويد عامصة حضارتهم البتراء بالمياه، واستخدم الرومان ابان فترة حضارتهم تقنيات مختلفة للحصاد المائي امتازت بدقة تصاميمها الهندسية وحسن اختيار مواقعها، وكان من اهم هذه التقنيات: البرك، الحفائر وآبار التخزين والقنوات (www.aoad.org).

وفي جنوب البحر المتوسط فقد برزت المنشأت الهيدروليكية المسقاة والمطفية والحقائق المدفونة في حضارات الزراعة المتوسطية كوسائل للحصاد المائي، وفي وادي النيل استخدم الانسان الخزانات والترع والحفر الطينية المعروفة محليا باسم الغولة في جمع وتخزين المياه، وقام بانشاء البلوقات على اسطح المنازل، وفي جنوب الجزيرة وبالتحديد

في اليمن، طور الإسنان وسائل عديدة للحصاد المائي كان من أهمها السدود، كما هو الحال في سد مآرب (www.aoad.org).

❖ **مكونات منظومة الحصاد المائي:**

تتكون منظومة الحصاد المائي من مجموعة اجزاء رئيسة يمكن تلخيصها فيما يلي:

أ) منطقة التغذية:

وهي المنطقة التي يتم تجميع المياه فيها وفي احيان كثيرة يكون جزء من منطقة التغذية هو منطقة تجميع وتخزين المياه، وهذا الوضع يسود في حالة تطبيق تقنيات الصحاد المائي على مستوى المزرعة.

ومنطقة التغذية يمكن أن تكون صغيرة لا تتجاوز عدة امتار كما هو الحال في اسطح المنازل ويمكن أن تكون كبيرة تصل إلى عدة كيلومترات مربعة كما هو الحال في احواض تغذية الاودية والسيول.

ب) شبكة الجريان السطحي:

وعادة ما يتم اقامتها فوق سطح منطقة التغذية ووفق اسس ومعايير فنية اهمها انسجامها مع انحدار الارض وبأعماق تقررها طبيعة درجة الانحدار، يتم من خلال هذه الشبكة المتأثرة على سطح منطقة التغذية تجميع وتركيز وتوجيه مياه الامطار ليتم نقلها إلى منطقة التخزين.

تصمم شبكة الجريان السطحي بصورة تقلل إلى ابعد حد من انجراف التربة وتحول دون تراكم الرواسب في جنباتها.

جـ) منطقة التخزين:

تلقي شبكة الجريان السطحي القادمة من منطقة التغذية بكل حمولتها من مياه الامطار في هذه المنطقة من اجل التجميع وتخزين المياه فيها، وعادة ما يتم انشاء مثل هذه المناطق وفق اسس ومعايير علمية أهمها: المحافظة على كم ونوع المياه المخزنة وتقليل الفاقد منها، وسهولة التعامل معها من قبل سكان المنطقة، تأخذ مناطق تجميع وتخزين المياه اشكال وصور مختلفة فقد تكون أبارا أو بركا أو سدودا.... الخ.

❖ أنواع الحصاد المائي:

ممكن تصنيف الحصاد المائي وفق معايير مختلفة أهمها (شكر رقم 3)

ا) معيار الفاعل:

بتدقيق النظر في عملية الحصاد المائي بمراحلها المختلفة، نجد أن هذه العملية يمكن أن تحدث بفعل الطبيعة ويمكن أن تحدث بفعل الإنسان، وهذا يقودنا إلى التمييز بين نوعين من الحصاد المائي هما (www.Icard.cgiar.org).

أ) الحصاد المائي الطبيعي.

ب) الحصاد المائي الصناعي.

أ) الحصاد المائي الطبيعي:

يحدث هذا النوع من الحصاد في الطبيعة بصورة تلقائية ودون تدخل الإنسان، ففي بعض المناطق المرتفعة في الاقاليم الجافة وشبه الجافة وعند سقوط الامطار، تنساب وتتدفق مياهها في قنوات واثلام ابتداء من خطوط تقسيم المياه عند قمم المرتفعات والمنحدرات وعلى طول

خط المنحدر أو واجهته، لتتجمع المياه في النهاية في المناطق المنخفضة عند اقدام سطوح المنطقة المرتفعة، على شكل برك أو سبخات، حيث يتم في اغلب الاحيان استخدم هذه المياه من قبل السكان المحليين لاغراض الزراعة أو تربية الحيوانات أو الاغراض المنزلية.

ب) الحصاد المائي الصناعي:

وهو ذلك النوع من الحصاد المائي الذي يحدث بفعل تدخل الإنسان، الذي يقوم بدوره باستخدام أدوات ووسائل وطرائق يتم من خلالها اصطياد مياه الامطار وحجزها وتخزينها على شكل رطوبة في التربة أو في صورة مياه في مجمعات مائية خاصة يتم اقامتها لهذه الغاية.

والإنسان في مثل هذا النوع من الحصاد المائي يقوم بمحاكاة الطبيعة التي هي أساس ومصدر الهامة في تطوير جمعي منشأت ومنظومات الحصاد المائي.

2) معيار البعد المكاني:

وفق هذا المعيار يمكن تقسيم عملية الحصاد المائي إلى نوعين رئيسين كالتالي:

أ) تجميع مياه الامطار في منطقة سقوطها.

ب) تجميع مياه الامطار في غير منطقة سقوطها.

أ) تجميع مياه الامطار في منطقة سقوطها:

تطبق عمليات حصاد المياه وتقنياتها الخاصة بتجميع المياه في نفس منطقة سقوطها أو في نفس منطقة التغذية عادة على مستوى المزرعة، ويكون الهدف الاساسي منها هو تجمع المياه في جزء معين من منطقة التغذية بهدف زيادة عمليات تسرب المياه إلى جوف التربة لرفع معدلات الرطوبة فيها، وبالتالي تجهيزها لتصبح صالحة لزراعة واثبات محاصيل

زراعية معينة، وبالتالي ينحصر استخدام المياه في مثل هذا النوع من تقنيات الحصاد المائي في مجال الزراعة وتقانات الحصاد المائي المستخدمة في هذا النوع تقتصر على أساليب بسيطة اهمها: الحواجز، والبرك ذات الاعماق الضحلة.

ب) تجميع مياه الامطار في غير منطقة سقوطها:

تجمع المياه في مثل هذا النوع من حصاد المياه من منطقة تغذية كبيرة نسبيا وتنقل عبر شبكة الجريان السطحي إلى مجرى رئيسى يكون اما واديا أو سيلا ويتم تجميع المياه في بطن الوادي أو السيل باستخدام احدى تقانات حصاد المياه ثم يصار لاحقا إلى الاستفادة من هذه المياه في الاغراض المختلفة، مع ملاحظة أن استخدام مياه الحصاد هنا لا يقتصر على الجوانب الزراعية بل يتعدى ذلك إلى الأغراض المنزلية وتربية الحيوانات، تقنيات الحصاد المائي المستخدمة في مثل هذا النوع من انواع الحصاد المائي. عادة ما تكون تقانات أو منظومات كبيرة نسبيا وذات طاقة استيعابية كبيرة ومن اشهر هذه التقانات، الخزانات الارضية والبرك الكبيرة والسدود بأنواعها.

3) معيار حجم منطقة التغذية ومنطقة التخزين:

وفق هذا المعيار يمكن تقسيم اساليب الحصاد المائي إلى نوعين رئيسين كالتالي:

أ) تقانات حصاد مائي ذات مناطق تغذية وتخزين صغير نسبياً.

ب) تقانات حصاد مائي ذات مناطق تغذية وتخزين كبيرة نسبياً.

أ) تقانات حصاد مائي ذات مناطق التغذية والتخزين الصغيرة:

يسود هذا النوع من التقانات على مستوى المزرعة وعادة ما تكون مساحة منطقة التغذية صغيرة وكذلك بالنسبة لمنطقة التخزين، واغلب الاحيان تقع منطقة تجميع وتخزين المياه في جزء أو أجزاء معينة من منطقة التغذية وتستخدم المياه لاغراض الزراعة فقط.

ويمكن اعتبار حصاد مياه الامطار عن الاسطح الكتيمة جزء من هذا النوع من حصاد المياه، سواء أكان هذا الحصاد من اسطح المنازل أو اسطح بيوت البلاستيك أو اي اسطح كتيمة اخرى.

ب) تقانات الحصاد المائي ذات مناطق التغذية والتخزين الكبيرة:

تقوم مناطق التغذية والتخزين في مثل هذا النوع من انواع الحصاد المائي على مساحات كبيرة، وتستخدم المياه هنا لاغراض متعددة كالزراعة وتربية الحيوانات والاغراض المنزلية، وعادة ما يتم تخزين المياه هنا خارج منطقة التغذية وفي منظومات حصاد كبيرة كما هو الحال في السدود والابار والبرك الكبيرة.

4) معيار الجريان:

يمكن تقسيم حصاد المياه حسب هذا المعيار إلى قسمين هما:

أ) حصاد مياه الامطار/ جريان قصير.

ب) حصاد مياه الاودية والسيول/ جريان مطويل نسبياً.

أ) حصاد مياه الامطار:

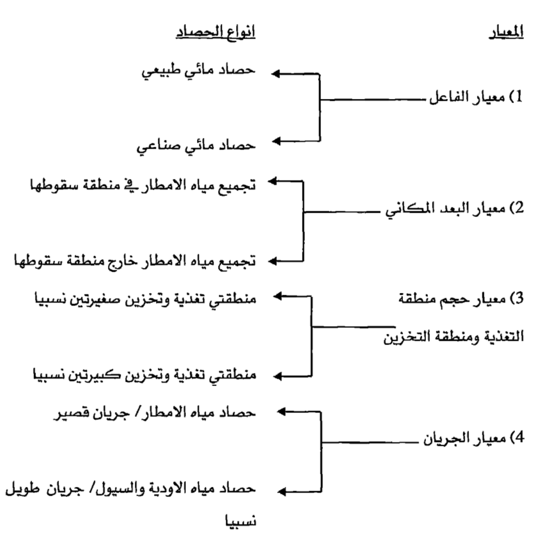
يتم هذا النوع من الحصاد المائي على مستوى المزرعة وعادة ما تكون المسافة التي تقطعها مياه الامطار إلى منطقة التخزين قصيرة نظراً لان منطقة التخزين تشكل جزء من منطقة التغذية، تستخدم المياه لاغراض الزراعة فقط.

ب) حصاد مياه الاودية والسيول:

تقطع مياه الامطار التي يتم تجميعها غير شبكة الجريان السطحي مسافة طويلة إلى حد ما حتى يتم تجميعها في مجرى رئيسى يأخذ شكل واد أو سيل، حيث يتم في بطن السيل أو الوادي تخزين المياه باستخدام احدى تقانات حصاد المياه الكبيرة أو ذات الطاقة الاستيعابية الكبيرة نسبياً، تستخدم مياه الحصاد هنا لاغراض متعددة منها الزراعة وتربية الحيوانات والاغراض المنزلية.

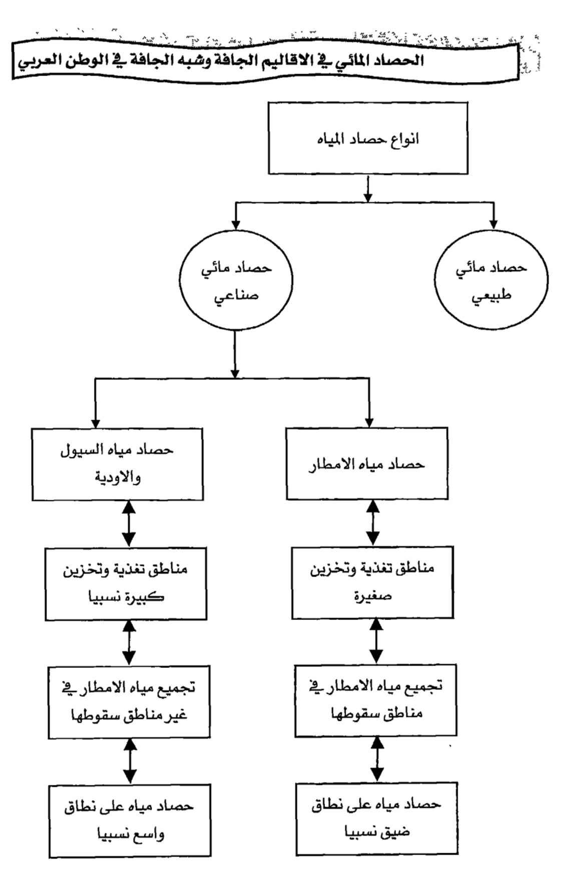
ونجدر الاشارة هنا إلى القول بأنه رغم وجود معايير مختلفة لتصنيف انواع حصاد المياه إلا انواع حصاد المياه وفق المعاير الارعبة هي نفسها تتكرر بتسميات مختلفة، ولعل هذا التكرار لانواع حصاد المياه بأسماء مختلفة قد سبب ارباكاً وسوء فهم لانواع الحصاد المائي في كثير من الدراسات والابحاث المتخصصة (شكل رقم 4).

ولعل تصنيف انواع حصاد المياه وفق معايير مختلفة يقودنا للحدث عن خصائص وسمات حصاد المياه بنوعيه الرئيسيين.



شكل رقم (3) انواع حصاد المياه حسب معايير مختلفة

المصدر: عمل الباحثين.



شكل رقم (4) التسميات المختلفة للنوعيين الرئيسين لحصاد المياه الصناعي

المصدر: عمل الباحثين

❖ سمات وخصائص انواع حصاد المياه الصناعي:

حصاد المياه الصناعي هو ذلك النوع من حصاد المياه الذي يحدث بفعل الإنسان، الذي يقود بدوره بإنشاء منظومات حصاد المياه لاغراض تجميع مياه الامطار على نطاقيين هما (شكل رقم 5).

أ- حصاد المياه على نطاق ضيق.

ب- حصاد المياه على نطاق واسع.

أ- حصاد المياه على نطاق ضيق:

يتسم هذا النوع من الحصاد المائي بالخصائص التالية:

- ❖ يحدث غالبا على مستوى المزرعة وبعض الاسطح الكتيمة كما هو الحال في اسطح المنازل أو اسطح البيوت البلاستيكية أو اي اسطح كتيمة اخرى.
- ❖ يمارس هذا النوع من الحصاد في المناطق الريفية على مستوى المزرعة لاغراض الزراعة والانتاج الزراعي، وكذلك يمارس باستخدام اسطح المنازل لتجميع مياه للاغراض النزلية.

ويمكن أن يمارس هذا النوع باستخدام اسطح المنازل في المناطق الحضرية لتجميع المياه في آبار لاستخدامها للاغراض المنزلية المختلفة كالشرب وري الحدائق...الخ.

- ❖ تمتاز منطقة التغذية اي المنطقة التي تجمع فيها مياه الامطار غالبا بصغر مساحتها وكذلك الحال بالنسبة لمنطقة التخزين.
- ❖ منطقة تخزين المياه المجمعة عادة ما تكون جزء من منطقة التغذية أو مجاورة لها.

❖ جريان المياه بين منطقة التغذية ومنطقة التخزين يكون لمسافات قصيرة.

❖ تقنيات الحصاد المائي المستخدمة في هذا النوع من انواع الحصاد المائي تمتاز بصغر حجمها وتواضع طاقتها الاستيعابية، ومواصفاتها الفنية بسيطة وغير معقدة بحيث يمكن للإنسان العادي أن يقوم بانشائها وتشغيلها وصيانتها.

❖ من اهم تقانات الحصاد المائي التي تستخدم في هذا النوع هي: البرك، الأبار، الحواجز والسدود الترابية بأنواعها.

❖ يعتمد هذا النوع من الحصاد المائي بشكل كلي على تجميع وتخزين مياه الامطار لاستخدامها للاغراض الزراعية أو المنزلية في الارياف أو الحواضر.

❖ تحتاج تقانات الحصاد المائي هنا لصيانة مستمرة خلال موسم الامطار.

ب) حصاد المياه على نطاق واسع:

يمتاز هذا النوع من حصاد المياه بما يلي:

❖ يحدث غالبا على مستوى احواض تغذية الاودية والسيول.

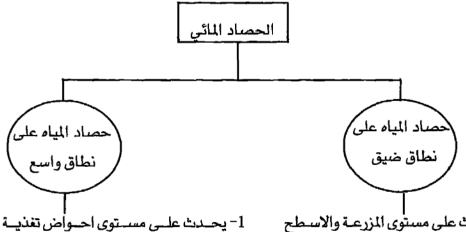
❖ يمارس هذا النوع من الحصاد المائي في المناطق الريفية ومناطق البادية.

❖ تستخدم مياه هذا النوع من الحصاد لاغراض الزراعة وتربية الحيوانات والاغراض المنزلية المختلفة.

❖ مناطق تغذية في هذا النوع من الحصاد تتسم باتساع وكبر مساحتها وكذلك الحال بالنسبة لمناطق تجميع وتخزين المياه.

❖ عادة ما تقع منطقة تجميع وتخزين المياه خارج منطقة التغذية.

- ❖ جريان المياه بين منطقة التغذية ومنطقة التخزين يكون لمسافات طويلة.
- ❖ تقنيات الحصاد المائي المستخدمة في هذا النوع من انواع الحصاد المائي تمتاز بكبر حجمها وبطاقة استيعابية كبيرة، والمواصفات الفنية لهذه التقانات تتسم بعدم بساطتها كذلك نحتاج لاشخاص فنيين ومتخصصين لانشائها واقامتها وتشغيلها وصيانتها.
- ❖ من اهم تقانات الحصاد المائي التي تستخدم في هذا النوع هي: السدود بأنواعها المختلفة والبرك الكبيرة.
- ❖ يعتمد هذا النوع من الحصاد المائي بشكل كبير على تجميع وتخزين مياه الاودية والسيول.
- ❖ تحتاج تقانات الحصاد المائي هنا لصيانة دورية.



حصاد المياه على نطاق ضيق

1- يحدث على مستوى المزرعة والاسطح الكتيمة
2- يمارس في المناطق الريفية والحضرية
3- تستخدم المياه للاغراض الزراعية والمنزلية.
4- منطقة التغذية صغيرة الحجم
5- منطقة تجميع وتخزين المياه صغيرة الحجم
6- منطقة تخزين المياه جزء من منطقة التغذية.
7- جريان المياه بين منطقة التغذية ومنطقة التخزين يكون لمسافات قصيرة.
8- تقانات الحصاد المائي هنا تمتاز بالبساطة وعدم التعقد
9- اهم تقانات حصاد المياه هنا هي: الآبار، البرك الصغيرة، والحوافز والسدود الترابية.
10- يعتمد هذا النوع من الحصاد المائي بشكل مباشر على اصطياد مياه الامطار
11- تحتاج تقانات الحصاد المائي هنا لصيانة مستمرة خلال موسم الامطار

حصاد المياه على نطاق واسع

1- يحدث على مستوى احواض تغذية الاودية والسيول.
2- يمارس في المناطق الريفية ومناطق البادية
3- تستخدم المياه للاغراض الزراعية والمنزلية وتربية الحيوانات
4- منطقة التغذية كبيرة الحجم.
5- منطقة تخزين وتجميع المياه كبيرة الحجم
6- منطقة تخزين المياه تقع خارج منطقة التغذية
7- جريان المياه بين منطقة التغذية ومنطقة التخزين يكون لمسافات طويلة نسبياً
8- تقانات الحصاد المائي هنا يغلب عليها طابع التعقيد وليس البساطة
9- اهم تقانات الحصاد المائي هنا هي: السدود والبرك والابار الكبيرة
10- يعتمد هذا النوع من الحصاد المائي بشكل مباشر على مياه الاودية والسيول
11- تحتاج تقانات الحصاد المائي هنا لصيانة دورية

شكل رقم (5) السمات العامة لانواع الحصاد المائي الرئيسة

المصدر: عمر الباحثين



الفصل الرابع

المتطلبات الرئيسة لانشاء منظومات وتقنيات حصاد المياه

الفصل الرابع

المتطلبات الرئيسة لانشاء منظومات وتقنيات حصاد المياه

مقدمة:

مما لا شك فيه أن الإنسان بطبعه يميل إلى إشباع حاجاته وفق امكاناته، وقد اعتمد إنسان الاقاليم الجافة وشبه الجافة منذ الازل في حياته على مبدأ الحاجة ام الاختراع، فمن أصِل أن يشبع حاجاته المتزايدة من المياه، لجأ إلى تطوير واستخدام منظومات واشكال مختلفة من تقانات حصاد المياه ليس فقط من اجل اشباع حاجاته من المياه الصاحلة للاستخدامات المختلفة، وانما كذلك لتحقيق مجموعة من الفوائد الإقتصادية والاجتماعية والبيئية كما هو موضح ادناه.

- **فوائد استخدام منظومات حصاد المياه:**

يعمل توظيف واستخدام تقنيات ومنشأت حصاد المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة على تحقيق مجموعة من الفوائد نوجزها فيما يلي (www.icarda.cgicr.org) (www.uaeagricent@moew-gov.ae) .(www.usaidjordan.org)

أ) فوائد بيئية:

تتمثل الفوائد البيئية التي يمكن أن يحققها الحصاد المائي في كل مما يلي (جدول رقم 12):

- تقليل المخاطر البيئية الناجمة عن نقص المياه.

- يشكل حصاد المياه مصدر مستدام وأمن للزراعة في المناطق الحضرية والريفية.
- يوفر حصاد المياه وبالذات من اسطح المنازل مياه خالية إلى حد بعيد من الملوثات بعد المطرة الأولى.
- يساهم حصاد المياه في الحد من التفاوت في كمية الامطار الساقطة من موسم لآخر.
- يعمل حصاد مياه الامطار على تقليل معدلات انجراف التربة.
- يؤدي حصاد المياه إلى زيادة معدلات نمو الغطاء النباتي الطبيعي بصورة تعمل على الحد من التدهور البيئي.

ب) الفوائد الاقتصادية والاجتماعية:

يعمل حصاد المياه على تحقيق مجموعة من الفوائد الاقتصادية والاجتماعية كالتالي:

- زيادة لإنتاج والانتاجية الزراعية.
- توفير مصادر مياه لاغراض زراعية ومنزلية وتربية حيوانات.
- يساهم الحصاد المائي مما يوفره من مياه في استقرار المجتعات الريفية واليدوية والحد من الهجرة من الارياف إلى المدن.
- يساهم الحصاد المائي في تحسين مستويات دخول الافراد ويحمل تسحين مستوايات معيشتهم وبالتالي فهو يحد من تفشي مشكلات الفقر والبطالة.

جدول رقم (12): حجم ونسبة استخدام مياه الحصاد المائي في دول عربية مختارة.

الدولة	حجم المياه مليون متر مكعب في السنة		
	حجم الهطول المطري	حجم الاستخدام	النسبة ٪
الأردن	8424	28	0.3
تونس	36000	942	2.6
السودان	1000.000	49	0.005
سوريا	48500	2060	4.25
المغرب	150000	2000	1.3
اليمن	68000	6480	9.52

المصدر: بتصرف عن (**www.aoad.org**).

ولعل هذه الفوائد مجتمعة التي يمكن تحقيقها من خلال توظيف واستخدام تقنيات الحصاد المائي، وهي التي اكسبته اهمية كبيرة على الصعد البيئية والاقتصادية والاجتماعية، فالحصاد المائي يعمل على توفير المياه عندما لا تكون مصادر المياه الاخرى متوفرة أو كافية وبالتالي فان عملية الحصاد المائي تتمتع بأهمية كبيرة في الاقاليم الجافة وشبه الجافة للاسباب التالية (www.aoad.org).

- الحصاد المائي مصدر مكمل للنقص في كمية المياه المتاحة.
- الحصاد المائي وسيلة لتوفير كميات إضافية من المياه تساعد على زيادة الإنتاج والإنتاجية لمحاصيل الزراعات البعلية والمطرية.
- الحصاد المائي يمثل من منظور بيئي وسيلة من وسائل الاستخدام الامثل للموارد الطبيعية.

♦ أهداف الحصاد المائي:

تعتبر تقنيات الحصاد المائي من أهم التقنيات المستخدمة في تنمية الموارد المائية إلى جانب دورها في تحقيق مجموعة من الاهداف الاخرى التي أهمها (www.moiwr.gov.sd) (شكل رقم 6):

أ) الاهداف الاقتصادية:

تتمثل الاهداف الاقتصادية لعملية حصاد المياه في النقاط التالية:

- تحسين مستويات الإنتاجالزراعي وكذلك زيادة الإنتاجية الزراعية.
- المساهمة في تنمية وتطوير الثروات الحرجية والحيوانية.
- تكثيف وتنويع الإنتاج الزراعي.
- تحسين مستويات دخول الافراد وبالتالي مستويات معيشتهم.
- دعم وزيادة معدلات النمو الاقتصادية على مستوى الاقتصاد الكلي من خلال زيادة تحسين مساهمة القطاع الزراعي فيه.

ب) الاهداف الاجتماعية:

تتضمن الاهداف الاجتماعية لعملية حصاد المياه ما يلي:

- الحد من تفشي وانتشار مشكلات الفقر والجوع والبطالة.
- تطوير وتنمية مناطق الارياف والبوادي وتوفير فرص عمل لسكانيها.
- الحد من الهجرة من الارياف إلى المدن والمناطق الحضرية.
- تشجيع الاستثمارات التعاونية في مجال تقانات الحصاد المائي.

جـ) الاهداف البيئية:

تسعى عملية حصاد المياه إلى تحقيق الاهداف البيئية التالية:

- الاستخدام الامثل للموارد الطبيعية وخاصة موارد المياه.
- حماية التجمعات السكانية من مخاطر السيول والفيضانات.
- المحافظة على الموارد الطبيعية من الهدر والاستنزاف وحماية التربية من الانجراف.

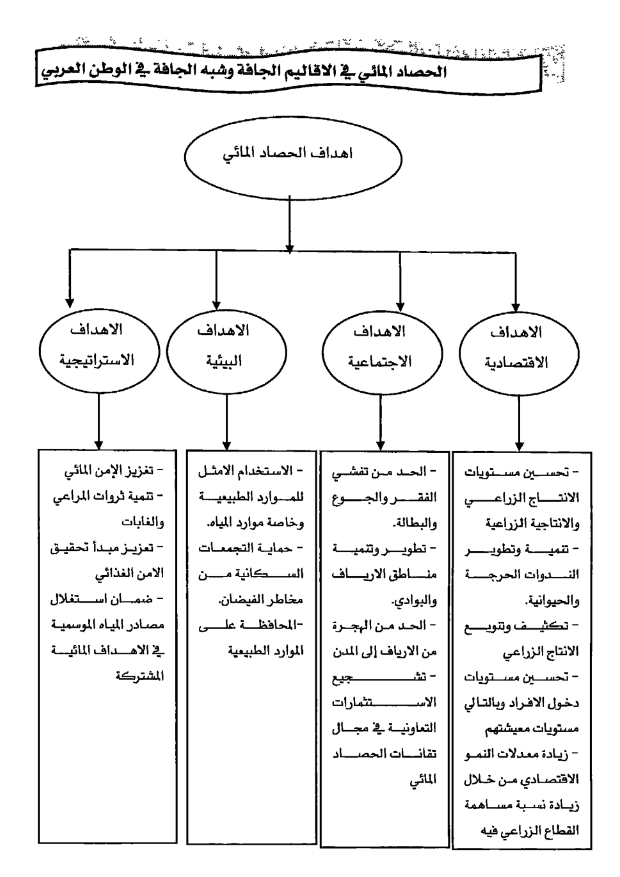
د) الاهداف الاستراتيجية:

تتمثل الاهداف الاستراتيجية للحصاد المائي فيما يلي:

- تغزيز الامن المائي في مجتمعات الإقاليم الجافة وشبه الجافة.
- المساهمة في تنمية ثروات المراعي الطبيعية والغابات.
- تعزيز مبدأ تحقيق الامن الغذائي من خلال زيادة الانتاج والانتاجية.
- ضمان استغلال مصادر المياه الموسمية في الاحواض المائية المشتركة بين دولتين أو أكثر في الاقاليم الجافة وشبه الجافة.

وعموماً فإن مشاريع حصاد المياه يمكن أن تحقق مجموعة من الاهداف التي أهمها (www.aoad.org):

- توفر مشاريع الحصاد المائي الاستقرار للسكان وتحول دون هجرتهم إلى مناطق أخرى، لأن هذه المشاريع تعمل على توفير فرص عمل جديدة وتزيد متوسطات الدخول وتحسن من مستويات المعيشة.
- التمكين لمفاهيم الحفاظ على التربة ومنع تدهورها وانجرافها وكذلك لمفاهيم المحافظة على المياه وترشيد استخدامها في اذهان الناس.
- تدعم برامج الحصاد المائي برامج الامن المائي والغذائي.
- تحديد برامج الحصاد المائي من التصحر والزحف الصحراوي وبالذات في المناطق الهامشية.



شكل رقم (6): اهداف الحصاد المائي

المصدر: عمل الباحثين

❖ اعتبارات انشاء مشاريع الحصاد المائي:

تقتضي عملية انشاء مشاريع الحصاد المائي ضرورة الاخذ بما يلي قبل الشروع في إقامة هذه المشاريع (www.atnesa.org) (uaeagricent@moew.gove.ae).

أ) خيار السكان المحليين في المنطقة المستهدفة:

لابد قبل البدء في إقامة مشاريع الحصاد المائي في أي منطقة من مراعاة الاوضاع الاقتصادية والاجتماعية للسكان في المنطقة المستهدفة، لذلك لابد من التعرف على وجهة نظر السكان بهذا الخصوص واخذها بعين الاعتبار وذلك من اجل ضمان نجاح هذه المشاريع في تحقيق أهدافها ونهاياتها التي انشئت من اجلها.

ب) تحديد الهدف أو الاهداف من انشاء مشاريع حصاد المياه وبصورة دقيقة وواضحة.

جـ) اختيار مواقع المشاريع الملائمة ووفق اسس علمية سليمة.

د) تحديد نوع تقنية أو منظومة حصاد المياه المراد اقامتها وطاقتها الاستيعابية على ان ترعى الجوانب التالية:

- أن تكون التقنية بسيطة وسهلة الانشاء والصيانة.
- أن تكون قليلة التكاليف.
- ذات فاعلية وكفاءة عاليتين.

هـ) تحديد مسبق لنوع وحجم استخدامات مياه الحصاد للمشروع.

و) ضرورة توفير المعلومات اللازمة لانشاء وتنفيذ المشروع بصورة صحيحة ومناسبة، وبالذات المعلومات الهيدرولوجية وخواص الارض وكل من:

- كمية السقوط المطري وتوزيعها الزماني والمكاني في منطقة المشروع.
- كثافة السقوط المطري.
- خصائص الجريان السطحي.
- خصائص التربة في منطقة المشروع وبالذات.
  - نوع التربة.
  - عمق التربة.
  - قوام التربة.
  - تركيب التربة.
  - نفاذية التربية.
- اشكال السطح والتضاريس والانحدار في منطقة المشروع.

ز) ضرورة مراعاة السمات والخصائص البيئية في المنطقة وبالذات النظم الايكولوجية الموجودة وسبل المحافظة عليها.

الجوانب التي يجب مراعاتها قبل انشاء مشاريع الحصاد المائي

- مراعاة الاوضاع الاقتصادية والاجتماعية في منطقة الهدف وتعرف وجهة نظر السكان
- مراعاة السمات والخصائص البيئية في منطقة الهدف والمحافظة
- تحديد اهداف انشاء مشاريع حصاد المياه
- اختيار مواقع ملائمة للمشاريع
- تحديد نوع تقنية الحصاد المائي وطاقاتها الاستيعابية
- تحديد نوع وحجم استخدامات مياه الحصاد
- توفير المعلومات الفنية اللازمة

شكل رقم (7) الجوانب التي يجب مراعاتها قبل انشاء مشاريع الحصاد المائي

المصدر: عمل الباحثين.

المعلومات والدراسات اللازمة لانشاء منظومات الحصاد المائي:

تتطلب عملية اعداد وتنفيذ مشاريع الحصاد المائي توفير كم كبير من البيانات والمعلومات والدراسات الضرورية لاقامة وانشاء مشاريع حصاد المياه واهمها (www.moiwr.gov.sd).

أ) دراسات تقييم الآثار البيئية لمشروع الحصاد المائي.

ب) دراسات الجدوى الاقتصادية والاجتماعية (التنموية) لمشروع الحصاد المائي.

جـ) معلومات طبوغرافيه مثل:

- خرائط طبوغرافيه لمنطقة المشروع وبمقاييس مختلفة.
- مرئيات فضائية لمنطقة المشروع وبمقاييس رسم كبيرة.
- خريطة شبكة التصريف المائي لمنطقة المشروع.

د) معلومات مناخية وهيدرولوجية مثل:

- معدلات الامطار الساقطة في منطقة المشروع.
- التوزيع المكاني والزماني للامطار في منطقة المشروع.
- معدلات الحرارة في منطقة المشروع.
- معدلات التبخر والنتح في منطقة المشروع.
- اتجاه الرياح السائدة وسرعتها في منطقة المشروع.
- معدلات السطوع الشمسي في منطقة المشروع.
- معامل الجريان.
- معدل الجريان السطحي.

هـ) معلومات جيولوجية مثل:

- دراسات جيولوجية لموقع ومنطقة المشروع.
- دراسات جيوفيزيائية لمنطقة المشروع.
- معلومات عن التربة من حيث: نوعها ، عمقها ، قوامها ، تركيبها ، نفاذيتها.

❖ اسس تخطيط منشآت حصاد المياه:

تقوم عملية تخطيط وتنفيذ منشآت ومنظومات الحصاد المائي على مجموعة من الاسس التي أهمها (www.Icarda.cgiar.org).

أ- تحديد وحساب معامل الجريان السطحي:

وهذا المعامل من العوامل المؤثرة في فاعلية وكفاءة منشآت حصاد المياه بأنواعها المختلفة، وهو يساوي نسبة كمية الجريان السنوية إلى كمية السقوط المطري السنوي، وبذلك تعتمد قمية هذا المعامل بالدرجة الاولى على كمية السقوط المطري وشدته، ويؤثر في هذا المعامل مجموعة من المتغيرات التي أهمها:

- طبوغرافيه المنطقة وانحدارها.
- نسبة تضرس سطح الارض.

ويمكن ايجاد وحساب معامل الجريان السطحي في مناطق التغذية الكبيرة من خلال المعادلة التالية (ابو سمور والخطيب، 1999، ص117).

$$a = \frac{Q}{P}$$

حيث أن:

معامل الجريان: = a

كمية التصريف المائي = Q

كمية الامطار السنوية = P

وفي حالة مناطق التغذية الصغيرة يمكن حساب معامل الجريان من خلال المعادلة التالية (ابو سموقر، والخطيب، 1999، ص 118):

$$a = \frac{Q}{P} = \frac{P-E}{P} = 1 - \frac{E}{P}$$

حيث أن:

معامل الجريان = a

التصريف المائي = Q

التساقط = P

التبخر = E

واذا اخذنا بعين الاعتبار جميع عناصر الجريان المائي الرئيسة فانه يمكن حساب كمية الجريان وفق المعادلة التالية (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 118).

$$Q = P - I - S$$

حيث أن:

التصريف المائي م3/ث = Q

كمية الامطار ملم/سنة = P

الرشح السنوي = I

كمية المياه المخزونة مضافا إليها التبخر = S

ويمكن رفع مية معامل الجريان السطحي من خلال مجموعة من الطرق أهمها (جدور رقم 13) (www.aoad.org):

- الصيانة الدورية لمنطقة تخزين المياه وتنظيفها من الرواسب.
- تسوية سطح الارض والتخلص من تضرسه وتموجاته.
- دك التربة ورصها.
- تعديل التربة.
- تقليل مسامية ونفاذية السطح من خلال التأثير على قوام وتركيب التربة فيه التقليل من معدلات تسرب المياه إلى داخله.

- تحويل السطح الخارجي إلى طبقة كتيمة تحول دون تسرب المياه.

جدول رقم (**13**): اساليب زيادة معامل الجريان السطحي

الاسولب أو الطريقة	معامل الجريان ٪
الصيانة الدورية وتنظيف منطقة التخزين من الرواسب	30-20
تسوية سطح الارض	40-25
دك التربة	60-40
تعديل التربة	90-70
منع تسريب السطح	80-60
الطبقة الكتيمة	100-95

المصدر: بتصرف عن (**www.aoad.org**).

ب- تحديد الاحتياجات المائية:

تختلف الاحتياجات المائية حسب الاهداف التي من اجلها اقيمت مشاريع الحصاد المائي، إلى جانب أن هذه الاحتياجات تخضع لمجموعة من العوامل التي تؤثر بها والتي من أهمها: المناخ السائد ونوع الاستخدام وعادة ما تصمم منشآت الحصاد المائي ليس على أساس معدلات سقوط الامطار السنوية وانما بناء على قيمة اقل من هذه المعدلات وذات احتمالات حدوث اعلى، ويمكن حساب الاحتياجات المائية بطرق مختلفة اهمها معادلة بنمان ومونتيث Penman – Monteith التي تم التطرق إليهما في بداية هذا الكتاب.

ولحساب الاحتياجات المائية فان هناك ضرورة لحساب مساحة منطقة التغذية بالاضافة إلى حساب المساحة الزراعية أو كمية المياه المراد استخدامها.

جـ) معامل كفاءة التخزين:

ويحسب هذا المعامل من خلال نسبة مساحة التغذية إلى المساحة المزروعة، والقيم النموذجية لهذا المعامل تتراوح ما بين 0.5-0.75.

د) يتم وضع وتصميم المخططات الهندسية لبناء منظومات الحصاد المائي اعتمادا على كل ما تقدم واعتمادا على الاعتبارات التي يجب الاخذ بها عند انشاء هذه المنظومات والتي يتم الاشارة إليها في بداية هذا الفصل من هذا الكتاب.

هـ) عند تصميم منشآت الحصاد المائي لابد من التأكيد على ما يلي (www.usaidjordan.org):

- ❖ إذا كانت منطقة التغذية ذات سطح ترابي، فإن ذلك قد يعمل على تلوث المياه، لذلك يجب أن تستخدم المياه في هذه الحالة فقط في عمليات الري.
- ❖ السطح الغير نافذ والاملس والنظيف يعمل على توفير نوعية مياه أفضل وكمية أكبر.
- ❖ في حالة حصاد المياه من اسطح المنازل لابد من الانتباه إلى ما يلي:

- ضرورة تغطية الاسطح بنوعية خاصة من الدهان لمنع نمو البكتريا.
- اسطح المنازل التي تحتوي مواد مثل: الاسفلت والاسبستوس قد تلوث المياه بمواد سامة.
- سطح المنازل المدهونة ببعض الدهانات قد تلوث المياه بمواد سامة.

- اسطح المنازل التي تحتوي على مادة الرصاص قد تلوث المياه بمواد سامة، وبالذات إذا كانت مياه الامطار حامضية نوعا ما فانها ستعمل على اذابة مادة الرصاص السامة.

◆ تنفيذ وصيانة منظومات الحصاد المائي:

يمكن تنفيذ منشآت حصاد المياه من قبل جهات مختلفة ومتعددة، لكن المهم أن هذه المنشآت ليست جميعها متشابهة، فبعضها صغير وبسيط وغير معقد ولا يحتاج إلى دراسات اولية وجوانب فنية معقدة، وبالتالي فان مثل هذه المنشآت يمكن أن يقوم بتنفيذها المزارعون داخل مزارعهم بالتعاون مع مؤسسات المجتمع المحلي كالمجتمعات التعاونية، ويمكن ان تقوم هذه الجهات بصيانتها.

أما في حالة المنشآت الكبرى كما هو الحال في السدود، فان عملية انشائها لا تتم إلا من قبل مؤسسات الدولة نظرا لما تحتاجه هذه المنشآت من متطلبات فنية وتصماميم هندسية، وهذا الحال بالنسبة لعملية الصيانة الدورية

تقدير كمية المياه الساقطة وحجم وحداث التخزين:

مقدمة:

يعتبر تقدير كميات الامطار الساقطة على مناطق التغذية من الجوانب الهامة في عمليات الحصاد المائي التي تتم على نطاق واسع أو تلك المعروفة بحصاد مياه الاودية والسيول، ذلك أن معرفة كمية الامطار الساقطة على مساحة منطقة التغذية امر في غاية الاهمية فيما يتعلق بتصميم السدود والخزنات المائية واختيار الاحجام والطاقة الاستيعابية المناسبة لها.

❖ أساليب تقدير كميات الامطار الساقطة في حالة حصاد مياه الاودية والسيول:

هناك أساليب وطرائق عديدة تستخدم في تقدير كمية الامطار الساقطة على مساحة منطقة التغذية لوادي أو سيل معين وأهم هذه الطرق نوجزها فيما يلي (شحادة، 1983، ص 84-90).

أ) طريقة المتوسطات:

تمتاز هذه الطريقة بما يلي:

❖ سهولة تطبيقها.

❖ تستخدم في المناطق السهلية قليلة التضرس.

خطوات الطريقة تتحصر فيا يلي؟

- حصر معدلات الامطار لجميع المحطات المناخية في منطقة التغذية.
- يتم جمع معدلات الامطار لجميع المحطات المناخية.
- يقسم مجموع معدلات الامطار على عدد المحطات المناخية في منطقة التغذية فنحصل على متوسط كمية الامطار الساقطة على منطقة التغذية.

ب) طريقة الارتفاع المتوازن:

تمتاز هذه الطريقة بما يلي:

❖ تعطي اهمية لعامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

❖ تعطي أهمية لتوزيع المحطات المناخية في منطقة التغذية.

تتمثل خطوات هذه الطريقة فيما يلي:

- انشاء خطوط تصل المحطات المناخية في منطقة التغذية مع بعضها البعض.
- يتم تتصيف الخط الواصل بين كل محطتين متجاورتين على اساس مستوى الارتفاع عن سطح البحر وليس على اساس المسافة.
- تحدد النقطة التي تمثل منتصف الفارق في الارتفاع بين المحطتين المتجاورتين.
- تقيم عمود من نقطة منتصف القائم في الارتفاع بين المحطتين.
- تكرر العملية هذه لجميع المحطات الموجودة في منطقة التغذية بحيث تلتقي الاعمدة الخارجة من نقاط منتصف الفارق في الارتفاع بين المحطات مع بعضها البعض.
- تقسم منطقة التغذية نتيجة العملية السابقة إلى مضلعات.
- تحسب نسبة مساحة كل مضلع إلى مساحة منطقة التغذية الكلية.
- تضرب معدل تساقط الامطار في نسبة مساحة كل مضلع من مساحة منطقة التغذية.
- تقوم بجمع حاصل ضرب معدل تساقط الامطار في نسبة مساحة كل مضلع من مساحة منطقة التغذي لجميع المضلعات.

جـ) طريقة المضلعات:

وهذه الطريقة هي نفس طريقة الارتفاع المتوازن مع فارق هام وحيد وهو أن تتصيف الخطوط بين المحطات المناخية في منطقة التغذية يتم على أساس المسافة بين المحطتين وليس على اساس الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

د) طريقة خطوط المطر المتساوي:

تتسم هذه الطريقة بما يلي:

- تحتاج إلى خبرة مميزة لرسم خطوط المطر المتساوي.
- تعتبر هذه الطريقة أفضل طرق تقدير كميات الامطار الساقطة على منطقة تغذية معينة.

تطبق هذه الطريقة من خلال الخطوات التالية:

- ترسم خطوط تربط كميات المطر المتساوية مع بعضها البعض في المحطات المناخية الموجودة في منطقة التغذية ليصبح لدينا خطوط مطر متساوية.
- تحسب المساحة المحصورة بين كل خطي مطر متساويين ومتجاورين.
- يحسب متوسط كمية الامطار الساقطة لكل مساحة محصورة بين كل خطي مطر متساويين ومتجاورين من خلال قسمة حاصل جمع قيم الخطين على اثنين.
- يتم ضرب المساحات المحصورة بمتوسطات امطارها.
- تجمع حواصل الضرب وتقسم على مجموع مساحة منطقة التغذية.
- يكون الناتج هو متوسط الامطار الموزونة لمنطقة التغذية.

◆ اساليب تقدير كمية الامطار الساقطة في حالة اسطح المنازل:

يمكن حساب كمية المياه الساقطة على الاسطح الكتيمة أو اسطح المنازل من خلال ما يلي (www.usaidjordan.org):

- تحديد معدل سقوط الامطار.

- تحديد مساحة سطح المنزل أو السطح الكتيمة.

- يتم تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{كمية الامطار الساقطة على السطح} = \frac{\text{معدل سقوط الامطار}}{1000} \times \text{مساحة السطح م}^2$$

مثال:

بلغ معدل سقوط الامطار في منطقة 300 ملم/ سنويا، فما هي كمية المياه التي يمكن أن تسقط على سطح منزل مساحته 250م2.

الحل:

$$\text{كمية الامطار الساقطة} = \frac{300}{1000} \times 250\text{م}^2 = \frac{750}{10} = 75\text{م}^2$$

وبذلك يكون حجم كمية المياه الساقطة على السطح اعلاه هي 75م2 لذلك فان مساحة بئر التخزين يجب أن تصمم بحيث تكون قادرة على استيعاب كميات من المياه اكثر من الكمية الساقطة، اخين بعين الاعتبار فترات الفيضان أو السنوات التي تسقط فيها كميات امطار اكبر من المعدل السنوي الدارج.

إن الفائدة الرئيسة المتحققة جراء حساب كمياه الامطار الساقطة على مناطق التغذية سواء اكانت مناطق تغذية لسيول أو اودية أو اسطح كتيمة تتمثل في انها تساعد في تحديد حجم وحدات التخزين وطاقتها الاستيعابية سواء أكانت منطقة التخزين بئر أو سد.

ولضمان تصميم وحدات تخزين بطاقات استيعابية معقولة ولضمان سلامة وحدات التخزين والحيلولة دون تعرضها لاي نوع من المخاطر فان لا يجب ان يقتصر التعامل مع معدل سقوط الامطار بل لابد من دراسة كميات التساقط المطري في سلسلة زمنية طويلة وتحليل فترات رجوعها، وخصوصا للسنوات التي تحدث فيها امطار غزيرة فوق المعدل السنوي العام لمعدل السقوط المطري.

❖ فترات الرجوع:

ويقصد بها عدد السنوات اللازمة لتكرار سقوط كمية مطر معينة أو هي نسبة احتمال تكرار كمية مطر معينة خلال فترة زمنية محددة (شحادة، 1983، 90).

ويمكن حساب فترات الرجوع من خلال الخطوات التالية (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 68-69).

- ❖ تؤخذ اعلى كمية سقوط لمحطة مناخية من محطات منطقة التغذية ولسلسلة من السنوات.
- ❖ ترتب كميات الامطار في السلسلة الزمنية تنازليا.
- ❖ تعطى كل قيمة مطرية رتبت حسب تسلسلها، فاعلى كمية تأخذ رقم (1) والكمية الثانية (2) وهكذا............ حتى نهاية السلسلة.
- ❖ تستخدم المعادلة التالية في حساب فترات الرجوع:

$$T = \frac{n+1}{m}$$

حيث أن:

الفترة الزمنية المتوقع تكرار كمية امطار محدد أو تزيد عنها = T

عدد سنوات السلسلة الزمنية = n

رتبة الكمية المقصودة بالنسبة لجميع الكميات الاخرى في السلسلة الزمنية = m

مثال:

لدينا كمية امطار مقداره 350 ملم في السلسلة وتحتمل هذه الكمية الرتبة 10 ضمن سلسلة زمنية طوها 49 سنة، وبألتالي فان عدد السنوات المتوقع تكرار هذه الكمية أو اعلى منها يساوي:

$$\text{فترة الرجوع} = \frac{\text{عدد سنوات السلسلة}}{\text{الرتبة}} + 1$$

$$\text{فترة الرجوع} = \frac{1+49}{10} = 5 \text{ سنوات}$$

أي أن هذه الكمية من الامطار يمكن ان يتكرر حدوثها كل 5 سنوات.

وهناك طريقة اخرى اكثر بساطة حيث يمكن استخدام المعادلة التالية في حساب فترات الرجوع لاعلى كمية سقوط من الامطار (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 68).

$$T = \frac{1}{P}$$

حيث أن:

عدد سنوات السلسلة = T

الاحتمالية = P

بالضرب التبادلي تصبح المعادلة كالتالي:

$$P = \frac{1}{T}$$

مثال:

كم هي احتمالية تكرار كمية الامطار 350 ملم أو اعلى منها خلال فترة زمنية مدتها 30 سنة.

الجواب:

$$\frac{1}{T} = P$$

$$0.033 = \frac{1}{30} = P$$

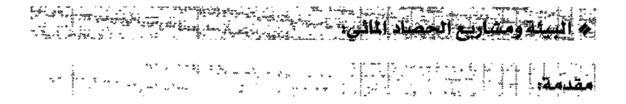
اي أن احتمالية تكرار هذه الكمية تساوي 0.033 واحتمالية عدم تكرارها تساوي.

$$\frac{1}{T} - 1 =$$

$$\frac{1}{30} - 1 =$$

$$0.033 - 1 =$$

$$\%99.97 =$$



البيئة ومشاريع الحصاد المائي:

مقدمة:

تعتبر مشاريع الحصاد المائي بأشكالها وانواعها المختلفة في اي منطقة احدى اشكال وصور التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وبالتالي لابد قبل الشروع في تنفيذ هذه المشاريع من تقييم آثارها البيئية المتوقعة بهدف ضمان تنمية مستدامة من خلال اختيار مواقع تقنيات الحصاد المائي ونوعها والوقت الملائم لانشائها.

ويجب هنا التأكيد على حقيقة انه لا يجب الاكتفاء بمعالجة الآثار البيئية السالبة التي يمكن ان تنجم عن انشاء وتنفيذ مشاريع حصاد المياه، بل لابد من تبني اسلوب تخطيطي يجمع ما بين استغلال مدرد المياه بشكل أمثل وفي نفس الوقت حماية البيئة والمحافظة عليها، وهذا الاسلوب من التخطيط يمكن أن يكون جزءا من منظومة ادارة مصادر المياه بصور تكاملية (للجنه العالمية، للبيئة والتنمية، 1987، ص 77).

◆ اساليب تقييم الآثار البيئية لمشاريع الحصاد المائي:

تتنوع اساليب تقييم الآثار البيئيه التي يمكن استخدامها وتوظيفها فيما يتعلق بمشاريع الحصاد المائي، وهذا التنوع هو في الحقيقة ظاهرة ايجابية تفسح المجال أمام العالمين في إدارة مصادر المياه لأختيار اسلوب تقييم الآثر البيئي المناسب والملائم للمنطقة المستهدفة، وآخذين بعين الاعتبار جميع السمات الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية لها.

ومن أهم اساليب تقييم الآثار البيئية التي يمكن استخدامها وتوظيفها لغايات مشاريع الحصاد المائي كل مما يلي (Gupta and Asher,1998,p.231)

أ- قوائم الفحص Checklist:

وهذا الأسلوب من أبسط أساليب تقييم الأثار البيئية، حيث يتم من خلاله رصد الآثار البيئية المتوقعة لمشاريع الحصاد المائي في قائمة فحص خاصة ثم يصار لمعالجة هذه الآثار واحدا واحدا لوضع الحلول المناسبة لها.

ب- المصفوفات البيئية:

والمصفوفات البيئية هي اسلوب اخر من أساليب تقييم الآثار البيئية التي يمكن استخدامها لغايات مشاريع حصاد المياه، حيث يتم من خلالها رصد وتحديد جميع النشاطات والعمليات المراد تنفيذها في مشاريع حصاد

المياه في صفوف ومن ثم يجري رصد لآثار هذه النشاطات المتوقعة في أعمدة، ومن اشهر المصفوفات البيئية المعروفة في هذا المجال مصفوفة ليو بولد Leopold والتي يتم فيها تقييم دلالة significance وتحديد اهمية كل نشاط Importance باستخدام مقياس خاص من 1-10.

جـ- تقييم الآثار البيئية:

يعتبر هذا الاسلوب من أساليب تقييم الآثار البيئية من أكثر أساليب استخداما وانتشارا في جميع المشاريع والنشاطات التنموية والتي منها مشاريع الحصاد المائي. وهذا الأسلوب يستخدم في تقييم الآثار البيئية لمشاريع الحصاد المائي قبل البدء بتنفسذها وفي أثناء التنفيذ وبعده.

ظهر هذا الاسولب مطلع سبعينات القرن العشرين في الولايات المتحدة الامريكية وبالتحديد بعد صدور قانون السياسة البيية الوطنية، وقد كان يعرف في بداية ظهروه ببيان الآثر البيئي، وكان هذا البيان يتضمن مجموعة من الفقرات التي لابد من تعبئتها قبل الشروع في تنفيذ أي من المشروعات التنموية بما في ذلك مشروعات الحصاد المائي، واهم الفقرات التي يشتمل عليها هذا البيان ما يلي (ليلسان وكيفر، 1994، ص 260):

- الآثار البيئية للمشروع.
- الاثار البيئية السالبة للمشروع والتي يمكن السيطرة عليها.
- العلاقة بين البيئة المحلية من جهة والمشروع التنموي من جهة اخرى.
- الموارد التي سيتم هدرها جراء تنفيذ المشروع ولا يمكن تعويضها.

ونتيجة لصدور قانون السياسة البيئية الوطنية في الولايات المتحدة الامريكية، صدرت تشريعات وقوانين خاصة بتقييم الآثر البيئي، وقد طبقت هذه القوانين والتشريعات في الولايات الامريكية المختلفة.

يعرف اسلوب تقييم الآثار البيئية على انه تلك العملية التي يتم من خلالها تحديد ووصف الآثار البيئية السالبة والموجبة لمشاريع التنمية المقترحة والتي منها مشاريع الحصاد المائي وذلك وفق اسس ومعايير علمية واضحة وبأسلوب واضح ومترابط يسهل على المجتوع وصانع القرار فهمه واستيعابه (Clark, 1996, p.92).

وقد ترتب على ظهور اسلوب تقييم الآثار البيئية وانتشاره وتطبيقه في مناطق العالم المختلفة، أن بدأت كثير من الدول بتطوير منهجيات خاصة بحماية البيئة تقوم بشكل أساسي على دراسة التأثيرات البيئية للمشاريع والنشاطات التنموية قبل واثناء وبعد تنفيذها، ومن أشهر هذه المنهجيات منهجية ظهرت عام 1978 لتحليل ودراسة الآثار البيئية لعمليات استخراج النفط في اسكتلندا، ويمكن توظيف هذه المنهجية أيضا في مجال مشاريع حصاد المياه بتطبيق الخطوات التالية (غنيم وسعد، 1999، ص 169)

- دراسة تفصيلية لجوانب البيئة الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية للمنطقة المستهدفة المراد انشاء مشاريع حصاد مائي فيها.
- تحديد الآثار البيئية المستقبلية التي يمكن أن تنجم عن تنفيذ مشاريع حصاد المياه.
- دراسة مشاريع حصاد المياه من حيث المحتوى والاجراءات والاليات.
- تحديد الآثار البيئية المستقبلية إذا ما بوشر تنفيذ مشاريع حصاد المياه وكذلك إذا ما تم انجازها.

❖ تحديد الفرق بين النقطتين الثانية والرابعة.

❖ اقتراح ووضع حلول عملية للحد من الآثار البيئية السالبة التي يمكن أن تنتج عن مشاريع حصاد المياه.

❖ تحليل الآثار البيئية ووضع الحلول البديلة واختيار الحلول الأفضل.

❖ عرض النتائج ومناقشتها.

❖ اتخاذ القرار.

وتجدر الأشارة إلى أن نماذج تقييم الآثار البيئية الخاصة بمشاريع الحصاد المائي تركز على محتوى واجرائية هذه المشاريع بالإضافة إلى التأثيرات البيئية التي ترتبط بها ، ومن أهم المعايير البيئية التي ترتبط بمشاريع الحصاد المائي التي تركز عليها نماذج تقييم الآثار البيئية ما يلي:

- تلوث المياه السطحية.
- تلوث المياه الجوفية.
- مشكلات تصريف مياه الفيضانات.
- تدمير وتضرر النباتات والحيوانات.
- التدمير البيئي.
- مشكلات استعمال الأرض ضمن منطقة المشروع.
- مشكلات جمالية الموقع المراد انشاء مشاريع حصاد المياه فيه.
- المشكلات الصحية والامراض المختلفة.
- تدمير المواقع الاثرية والتاريخية والثقافية.

- مشكلات انحراف التربة.
- المخاطر الطبيعة كالزلازل والبراكين.
- مشكلات التخلص من النفايات الصلبة والسائلة في منطقة المشروع.
- مشكلات الصرف الصحي في منطقة المشروع.
- تدمير الغطاء النباتي الطبيعي.
- التأثير سلبا على الحياة البرية الطبيعية.
- تدمير بعض الخصائص والسمات الموقعيه النادرة أو المميزة.

ويقوم خبراء البيئة بعد حصد هذه المعايير بتفصيل وتفريغ كل معيار ومن ثم يصار إلى تقييمه حسب مستوى تأثيره وعادة ما يستخدم في هذا المجال مقياس نوعي كالتالي:

- تأثير ضعيف.
- تأثير متوسط.
- تأثير قوي.

وبعد ذلك يتم اقتراح حلول بديلة ويتم تقييمها لاختيار الحل الامثل لكل معيار من المعايير.

◆ آثار مشاريع حصاد المياه على البيئة:

تتعدد الآثار البيئية التي يمكن أن تنجم بفعل انشاء وتنفيذ منظومات الحصاد المائي، ويمكن حصد أهم الآثار البيئية السالبة لمشاريع الحصاد المائي كالتالي:

- إذا ادت مشاريع الحصاد المائي إلى حدوث فيضانات.
- إذا ادت مشاريع الحصاد المائي إلى حدوث تعرية للتربة.
- إذا ادت مشاريع الحصناد المائي إلى حدوث عمليات ارساب كبيرة.
- إذا ادت مشاريع الحصاد المائي إلى حدوث مخاطر جيولوجية للمنشآت والمباني.
- إذا ادت مشاريع الحصاد المائي إلى حدوث تقليص المواطن الاصلية للحيوانات البرية.
- إذا ادت مشاريع الحصاد المائي إلى حدوث تقليص المواطن الاصلية للنبات البرية.
- إذا ادت مشاريع الحصاد المائي إلى تقليص المواطن الاصلية للاسماك.
- إذا ادت مشاريع حصاد المياه إلى خلق اخطار تهدد حياة السكان في المنطقة.
- إذا ادت مشاريع حصاد المياه إلى هجرة السكان من المنطقة.
- إذا ادت مشاريع حصاد المياه إلى تسارع في نمو السكان وفي تركزهم.
- إذا اثر مشاريع حصاد المياه سلبا على مواقع الموروثات التاريخية والاثرية والثقافية.
- إذا ادت مشاريع حصاد المياه إلى استنزاف أو تلوث المياه الجوفية.
- إذا اثرت مشاريع حصاد المياه سلبا على مواقع المياه العادمة.

❖ اذا اثـرت مشـاريع حصـاد الميـاه سلبا علـى انـواع نـادرة مـن الحيوانـات والنباتات البرية.

❖ إذا كانت اهداف مشاريع حصـاد المياه تتعـارض مـع اهـداف مشـاريع بيئية أو تنموية اخرى في المنطقة.

❖ إذا كـان لمشـاريع حصـاد الميـاه اي آثـار سـالبة علـى الابعـاد الجماليـة للمنطقة.

❖ إذا اعاقت مشاريع حصاد المياه حركة الحيوانات البرية المهاجرة.

❖ **الخطوات الإجرائية لأسلوب تقييم الآثار البيئية:**

يتم تطبيق اسلوب تقييم الآثار البيئية لمشاريع التنميـة المختلفـة بمـا في ذلك مشاريع الحصاد المائي وذلك وفق الخطوات التالية (Harrop and Nixon, 1999, p. 8-13):

- حاجة المشروع لاجراء تقييم بيئي.
- تحديد اهداف ومجالات التقييم البيئي.
- اعداد مسودة وثيقة الآثر البيئي.
- مراجعة مسودة وثيقة الاثر البيئي.
- تنفيذ مشاريع الحصاد المائي حال الموافقة على الوثيقة.
- متابعة عملية تنفيذ مشاريع الحصاد المائي.
- التدقيق البيئي.

وفيما يلي تعريف موجز بهذه الخطوات الاجرائية:

1- حاجة المشروع لاجراء تقييم بيئي:

يمكن في هذه المرحلة تصنيف مشاريع حصاد المياه إلى ثلاث أنواع رئيسة كالتالي:

- مشاريع حصاد مائي تحتاج بشكل واضح لتقييم الاثر البيئي.
- مشاريع حصاد مائي لا تحتاج بشكل واضح لتقييم الاثر البيئي.
- مشاريع حصاد مائي غير معروف ما إذا كانت بحاجة لتقييم أثر بيئي ام لا.

وفي الحالة الثالثة لا بد من اجراء مزيد من الدراسات لفرز وتصنيف المشروع ضمن احدى المجموعتين السابقتين.

وتجدر الاشارة هنا كل مشاريع إدارة المياه لاغراض الزراعة ولاستخدام اراضي غير مزروعة أو استصلاحها وأنشاء تقنيات الحصاد المائي والقنوات المائية ومواقع الترسيب هي مشاريع تدخل ضمن قوائم المشاريع التي لابد من تحديد ما إذا كانت تحتاج لتقييم أثر بيئي أم لا.

2- أهداف ومجالات التقييم البيئي لمشاريع حصاد المياه:

تحدد في هذه الخطوة ابعاد عملية تقييم الأثر البيئي لمشاريع حصاد المياه وذلك من خلال ما يلي:

- تحديد نوع تقنية حصاد المياه المراد انشائها.
- تحديد ورصد الآثار البيئية السالبة والموجبة لانشاء هذه التقنية.
- اختيار اسلوب ومقياس التقييم المناسبين.
- اختيار ادوات ووسائل الحد من الآثار البيئية السالبة والمباشرة.
- تحديد الجهات ذات العلاقة.

3- مسودة وثيقة الأثر البيئي لمشاريع الحصاد المائي:

تشتمل مسودة وثيقة الاثر البيئي لمشاريع الحصاد المائي على قسمين:

الأول: التقرير الفني ويقدم للفنيين العاملين في مشاريع حصاد المياه.

الثاني: وثيقة الاثر البيئي وتقدم إلى صانع القرار، وتشتمل وثيقة الاثر البيئي لمشاريع حصاد المياه لهم:

- النتائج الرئيسة لتقييم الآثار البيئية لمنظومات حصاد المياه.
- العناصر الاساسية في مشروع حصاد المياه.
- الآثار البيئية لمشروع حصاد المياه.
- كيفية تأثير الآثار لبيئية المتوقعة لمشروع حصاد المياه على تخطيطه وتصميمه.
- المشاريع البديلة المقترحة واثارها البيئية المتوقعة.
- وصف الآثار البيئية السالبة والموجبة لمشروع حصاد المياه.
- تصنيف الآثار البيئية لمشروع حصاد المياه إلى:
  - ❖ اثار قصيرة المدى.
  - ❖ اثار طويلة المدى.
  - ❖ اثار مؤقته.
  - ❖ اثار دائمة.
  - ❖ اثار رئيسة.

❖ اثار ثانوية.

- تحديد ووصف لادوات وإجراءات واليات الحد من الأثار البيئية السالبة للمشروع.

4- مراجعة مسودة وثيقة الاثر البيئي لمشاريع الحصاد المائي:

يتم في هذه المرحلة التأكد من أن وثيقة الاثر البيئي مستكملة للشروط شاملة لجميع العناصر من اجل أن تقدم للجهات ذات العلاقة لاعتمادها.

5- تنفيذ ومتابعة مشاريع الحصاد المائي:

مع بدء تنفيذ مشاريع حصاد المياه، فانه لابد من متابعتها بحيث ترصد وتحدد الآثار البيئية التي تحصل ويتم معالجتها أولا بأول ووفق ما هو مدرج في وثيقة الآثر البيئي، وتتضمن عملية المتابعة ضرورة التأكد المستمر من الآثار البيئية التي تحصل اثناء التنفيذ تعالج وفق الحلول المقترحة في الوثيقة.

6- التدقيق البيئي:

يقصد بالتدقيق البيئي تقييم ما تم انجازه على صعيد الآثار البيئية من خلال مقارنة ما اتفق عليه في وثيقة الأثر البيئي وما تم انجازه على أرض الواقع، على أن يتم رصد وتحديد جميع المشكلات والمعوقات التي واجهت تطبيق الحلول إن وجدت مع بيان اسبابها والجهات المعنية أو ذات العلاقة لكي يستفاد من ذلك كتغذية راجعية للمشاريع المستقبلية.

❖ محتويات دراسة الأثر البيئي لمشاريع الحصاد المائي:

تشتمل دراسات الآثار البيئية لمشاريع الحصاد المائي على الجوانب التالية (السلطة الفلسطينية، وزارة التخطيط، 1998، ص 60):

❖ ملخص للدراسة باللغتين العربية والانجليزية يشتمل على اهم النتائج والتوصيات التي تم التوصل إليها.

❖ الاطار القانوني والإداري والسياسات المائية والبيئية التي طبقت عند اعداد الدراسة.

❖ توصيف مشروع حصاد المياه، على أن يتضمن هذا الوصف الجوانب التالية:

- الموقع الجغرافي للمشروع.
- المجال البيئي للمشروع.
- المحيط الاجتماعي للمشروع.
- الاطار الزمني للمشروع.
- وصف الخصائص والسمات الطبيعية لمنطقة المشروع.
- وصف الخصائص والسمات الاقتصادية لمنطقة المشروع.
- وصف الخصائص والسمات الاجتماعية لمنطقة المشروع.
- تحديد اي تغيرات يتوقع حدوثها قبل بدء تنفيذ مشروع الحصاد المائي.
- تحديد جميع النشاطات والمشاريع التنموية المخطط لها أو المنفذ أو التي تحت التنفيذ في المنطقة والتي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة مع مشروع حصاد المياه.

❖ قائمة بالآثار البيئية الموجبة المتوقع حدوثها لمشروع حصاد المياه.

❖ قائمة بالآثار البيئية السالبة المتوقع حدوثها لمشروع حصاد المياه.

- ❖ قائمة بالإجراءات والاليات والأدوات والأساليب المقترحة كحلول للحد من الآثار البيئية السالبة لمشروع الحصاد المائي.
- ❖ قائمة بالشكوك المصاحبة للتأثيرات البيئية المتوقعة.
- ❖ قائمة بالجوانب التي لا تحتاج لمزيد من الدراسة.
- ❖ تحديد المشاريع البديلة: حيث يتم وضع قائمة بالمشاريع البديلة المقترحة مع وضع مقارنة منهجية تشمل جوانب:
  - مواقع مشاريع حصاد المياه البديلة.
  - التقنيات المقترح استخدامها وتنفيذها.
  - الآثار البيئية المتوقعة عن كل مشروع من المشاريع.
  - الكلفة المالية لكل مشروع من المشاريع.
  - التكاليف المالية المتكررة لكل مشروع من المشاريع.
  - المتطلبات المؤسسية والتشريعية لكل مشروع.
  - المتطلبات الرقابية لكل مشروع.
  - بيان وتحديد الأسس التي اعتمدت في تقييم البدائل واختيار البديل الامثل.
- ❖ قائمة باليات واجراءات الحد من الآثار البيئية السالبة المتوقعة وضمن برامج عمل محددة وجداول زمنية تفصيلية.
- ❖ الرقابة: ويتم في هذا الجزء تحديد ما يلي:
  - اجراءات المراقبة.

- الكلفة.
- الجهات ذات العلاقة.

❖ ملاحق دراسة الأثر البيئي لمشاريع حصاد المياه:

يضاف إلى دراسات الاثر البيئي للمشاريع بشكل عام ومشاريع الحصاد المائي بشكل خاص الملاحق التالية:

- الجهات التي قامت باعداد الدراسة وكذلك الافراد.
- المراجع والمصادر التي استند إليها في اعداد الدراسة.
- قائمة الاجتمعات واللقاءات الاستشارية.
- قائمة الاجتماعات واللقاءات مع سكان المنطقة المستهدفة.
- قائمة الاجتماعات واللقاءات مع الجمعيات المحلية وغير الحكومية في منطقة الدراسة.

❖ متطلبات تقييم الآثار البيئية لمشاريع الحصاد المائي:

تتطلب عملية تقييم الآثار البيئية لمشاريع الحصاد المائي توفير معلومات تفصيلية عن العناصر البيئية في المنطقة أو المناطق المقترحة لانشاء منظومات حصاد المياه واهم هذه العناصر:

❖ الأرض.

❖ المياه.

❖ النبات الطبيعي.

❖ الحياة البرية.

❖ الهواء.

وعادة ما يتم اعداد خرائط خاصة للعناصر البيئية في منطقة المشروع. وهذا النوع من الخرائط يتسم بأهمية كبيرة نظرا لأنه.

- وسيلة يستعان بها في فهم الخصائص الكمية والنوعية للعناصر البيئية المختلفة في منطقة المشروع.
- يمكن من خلال هذه الخرائط استنباط العلاقات المكانية المتبادلة. بين العناصر البيئية مع بعضها البعض.

فمثلا الخرائط الطبوغرافيه على درجة كبيرة من الاهمية لتحديد انماط التصريف المائي في منطقة مشروع حصاد المياه وكذلك في تحديد درجات الانحدار التي تعتبر أحد المحددات الهامة في عملية انشاء واقامة مشاريع الحصاد المائي، فمن الخرائط الطبوغرافيه يمكن اشتقاق خريطة مستويات الانحدار في المنطقة إلى جانب وجود لامكانية اشتقاق خرائط خاصة بالاحواض المائية تبين مواقع هذه الاحواض واشكالها وحدودها.

اما خرائط التربة في أيضا على درجة كبيرة من الاهمية نظرا لما تقدمه من معلومات عن:

- انواع التربة.
- خصائص التربة.
- التوزيع الجغرافي للتربة.

وهذه المعلومات يمكن الاستفادة منها في جانبين هامين هما:

- اختيار المواقع المناسبة لشبكات التصريف المائي في مناطق التغذية ضمن منظومة الحصاد المائي.

- تحديد الاستخدامات الزراعية المثلى لكل نوع من أنواع التربة السائدة.

- تحديد كمية المياه المطلوبة للنشاط الزراعي في كل نوع من أنواع التربة.

وهناك أيضا خرائط الغطاء الارضي الذي يتمثل في النباتات الطبيعية والموارد الأخرى الموجودة في منطقة مشروع الحصاد المائي، وخرائط الغطاء الارضي يمكن الحصول عليها من خلال تحليل الصور الجوية أو المرئيات الفضائية، أما أهيمة خرائط الغطاء الارضي فتتمثل في:

- ❖ تقدم معلومات هامة عن الموارد الطبيعية في منطقة مشروع حصاد المياه.
- ❖ تقدم معلومات هامة عن اشكال السطح في منطقة مشروع حصاد المياه.
- ❖ تقدم معلومات هامة عن الحياة البرية في منطقة مشروع حصاد المياه.
- ❖ تقدم معلومات هامة عن النبات الطبيعي في منطقة مشروع حصاد المياه.
- ❖ تقدم معلومات هامة عن اثر التنمية بأشكال وصورها المختلفة على البيئية في المنطقة وهذا يساعد في معرفة مستوى الحساسية البيئية فيها.

بالاضافة لما تقدم هناك خرائط نوعية المياه التي تقدم معلومات هامة عن نوعية المياه في منطقة المشروع والمشكلات التي تعاني منها والتي اهمها:

❖ ارتفاع نسبة الملوحة.

❖ ارتفاع نسبة المواد المترسبة.

❖ انخفاض نسبة الاكسجين.

❖ ارتفاع درجة حرارة المياه.

وتساهم خرائط التوزيعات للنبات الطبيعية والحياة البرية في تغذية معلومات هامة عن أنواع النباتات والحيوانات البرية وتوزيعها الجغرافي وخصائصها واهميتها الاقتصادية والبيئية.

اما خرائط اشكال السطح فهي تساعد في دراسة العلاقات المكانية بين العناصر البيئية الرئيسة في منطقة مشروع الحصاد المائي وتمكن من التعرف على خصائص وسمات العناصر البيئية المتاحة وتقتضي الضرورة عند اقامة مشاريع الحصاد المائي ضرورة التعرف على نوعية الهواء في المنطقة المستهدفة وتحديد أهم المشكلات التي يمكن أن تنجم عن نوعية الهواء السيئة في منطقة المشروع مثل:

- المطر الحمضي.

- الضبخان.

- الملوثات الكيميائية الاخرى للهواء.

إن الجوانب السابقة جميعها تشكل متطلبات اساسية لاجراء عملية تقييم الآثار البيئية لمشاريع الحصاد المائي لابد من الاهتمام بها نظرا لانها تقدم الكثير من الحقائق الهامة في هذا المجال.

◆ الكلفة البيئية والكلفة الاقتصادية لمشاريع حصاد المياه:

يتمثل الاستخدام العقلاني لموارد المياه من خلال تقنيات الحصاد المائي في مجموعة من المبادئ الساسية اهما (Kozlowskianl Hill, 1998,p.10-11):

❖ تدور الفكرة الرئيسة هنا حول عمل استغلال موارد المياه وبالتحديد مياه الامطار والسيول والاودية، هل نستخدمها في مناطق تواجدها أم بنقلها إلى مناطق أخرى؟

الاجابة على مثل هذا السؤال يجب أن لا ترتبط فقط بالكلفة الاقتصادية بل يجب أن تؤخذ الكلفة البيئية بعين الاعتبار، وهذا يعني أن مشاريع الحصاد المائي يجب أن تنفذ وتقام في المناطق التي تكون فيها الآثار البيئية السالبة لهذه المشاريع في حدودها الدنيا ومسيطر عليها، والإفان اي تدمير للبيئية الطبيعية في منطقة ما بفعل انشاء أو اقامة مشاريع الحصاد المائي سيقود إلى مزيد من التدمير البيئي ويترتب عليه سلسلة من ردود الفعل البيئية السالبة، وعليه يجب عند اختيار مواقع تنفيذ مشاريع حصاد المياه من الموازنة بين الكلفة الاقتصادية والكلفة البيئية وعدم الاهتمام بالأولى واهمال الثانية.

◆ حجم موارد المياه:

الاستغلال العقلاني للموارد المائية يتطلب ضرورة توقف هذا الاستغلال عند النقطة التي تبدأ عندها الآثار السالبة بالظهور، وهذه النقطة تتحدد في حالة مشاريع الحصاد المائي من خلال حجم وكمية الموارد المائية السطحية المتاحة وحجم وكمية الموارد المائية المطلوبة في المنطقة للاستعمالات المختلفة.

❖ مخرجات مشاريع الحصاد المائي:

يقوم هذا المبدأ على نوعية مخرجات مشاريع حصاد المياه وعلى النشاطات الاقتصادية المرتبطة بهذه المخرجات، فالتأثيرات السالبة لاستغلال مورد المياه تعتمد على كم ونوع المياه المستغلة، وعلى التكنولوجيا المستخدمة في اقامة وإدارة وصيانة منظومات الحصاد المائي.

❖ عنصر الزمن:

يقوم هذا المبدأ على عمر تقنيات حصاد المياه والمدة الزمنية التي تستخدم فيها لاغراض تجميع المياه، فعمليات تسريع استغلال مورد المياه من منشآت الحصاد باستخدام تقنيات معينة لا يؤثر فقط على الكلفة الاقتصادية للمشروع بل أيضا على الكلفة الاجتماعية والبيئية له لذلك لابد عند انشاء منظومات الحصاد المائي في منطقة ما من معرفة الخصائص الطبيعية التفصيلية لهذه المنطقة، ذلك أن اختلاف المناطق في سماتها وخصائصها الطبيعية، يؤدي إلى خلق حالات وفرص واوضاع مختلفة لاستغلال موارد المياه السطحية، وهنا يمكن تمييز نوعيين رئيسيين من هذه الحالات كالتالي (Kozolwski and Hill, 1998, p. 17).

❖ حالات ترتبط بالفائدة المتحققة من استغلال موارد المياه السطحية، وهنا يمكن تمييز نوعين من هذه الحالات هما:

- فائدة المياه الايكولوجية:

وهذه تتمثل في اثر ووظيفة الماء في النظام البيئي وفي تحقيق التوازن البيئي.

- فائدة المياه الاقتصادية:

ويقصد بذلك اثر استغلال المياه السطحية في عملية الانتاج.

❖ حالات واوضاع ترتبط بحساسيه مورد المياه السطحية في بعض المناطق وتتمثل هذه الحالات في مدى استجابة أو رد فعل مورد المياه السطحية للمدخلات الخارجية بصورة تعمل على تقليل فوائده البيئية والاقتصادية.

وهذه الخلاصة تعني أن علينا أن ندرك عند التفكير في تصميم وتنفيذ مشاريع الحصاد المائي في اي منطقة أن مورد المياه السطحية لا يستخدم فقط من قبل الإنسان بل أيضا من قبل الطبيعة نفسها، فكما تستخدم موارد المياه السطحية لزيادة الإنتاج الزراعي والصناعي والاغراض المنزلية وتربية الحيوانات، فهي أيضا على درجة كبيرة من الاهيمة في تحقيق تلك الحالة البيئية التي فيها نفع وفائدة للإنسان، لذلك فإن انشاء منظومات الحصاد المائي يتطلب التركيز على خصائص وسمات ومزايا هذه المنظومات من خلال تحديد متطلباتها من الموارد والأثار السالبة أو الموجبة التي يمكن أن تسببها في ظل استخدام تكنولوجيا معينة (Kozlowski and Hill, 1998, p. 18).



الفصل الخامس

منظومات وتقنيات حصاد المياه

الفصل الخامس

منظومات وتقنيات حصاد المياه

أنواع منظومات حصاد المياه:

تقسم نظم حصاد مياه الامطار إلى نوعين رئيسين كالتالي (www.atnesa.org) (www.aoad.org)(1) : (شكل رقم 8):

- نظم حصاد المياه الامطار.
- نظم حصاد مياه الاودية والسيول.

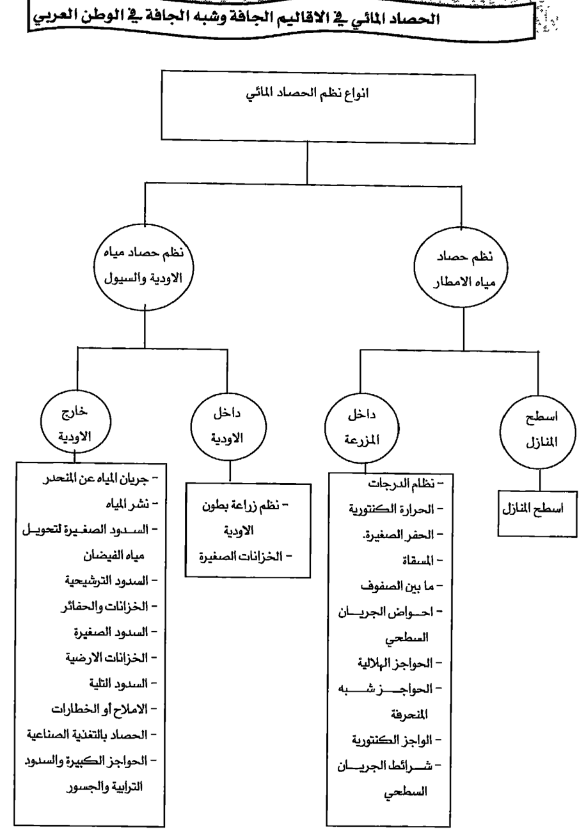
1- نظم حصاد مياه الامطار (جدول رقم 14):

وهذه النظم تمتاز بما يلي:

- صغر مساحة منطقة التغذية.
- قصر المسافة بين منطقة التغذية ومنطقة الاستخدام.
- منطقة التغذية قد تكون منطقة نبات طبيعي أو سطوح ابنيه.
- بسيطة في تصاميمها الفنية.
- قليلة الكلفة.
- سهولة التحكم بها.
- كفاءة جريان عالية.
- مناسبة لجميع المنحدرات وجميع المحاصيل.
- تحتاج لصيانة دورية.

---

(1) انظر أيضا : www.Icarda.cgrda.org/arabic/publications/water-harvest/water-Harvest



شكل رقم (8): انواع نظم الحصاد المائي

المصدر: عمل الباحثين عن www.aoad.org

جدول رقم (14): تقنيات حصاد مياه الامطار

نوع التقانة	وصف عام	مناطق انتشارها
1- حصاد المياه في التربة	هذا النظام يعتمد على منطقة تجمع وتركز (Catchment and Concentration area) وبالتالي فان حجم منطقة التجميع يقسم هذا النظام إلى نوعين، الأول نظم حصاد مياه بمناطق تجميع صغيرة Micro والثاني نظم حصاد مياه بمناطق تجميع كبيرة Macro catchment Water (systems) Harvesting	الاردن – تونس – السوادان – سوريا – المغرب – اليمن
2- المدرجات	هي أحد أقدم المنشآت المائية التي شيدت على المرتفعات. وتتكون من جدار من الصخور بعرض 50سم وارتفاع 50سم بأطوال متفاوتة حيث تخزن مياه الأمطار	الاردن – تونس – السودان – المغرب – اليمن
3- الحفائر	عرفت الحفائر من زمن بعيد وبصورة خاصة في المجتمعات التي تعيش في البيئة شبه الجافة، وتعتبر الحفائز خزانات اصطناعية ودائماً ما يتم حفرها تحت سطح الأرض وفي تربة تكون في معظم الأحوالال لا تسمح بتسرب المياه أو يتم معالجتها لتكون صلدة أو صلبة.	السودان – سوريا- اليمن - الأردن
4- التجمع من أسطح المنازل	ويتم ذلك من خلال عمل أسطح للمنازل مائلة أو عمل ما يسمى بالسبلوقيات حيث تؤدي غرضين:	الأردن – تونس – السودان – سوريا – المغرب – اليمن

نوع التقانة	وصف عام	مناطق انتشارها
	الغرض الأول هو تصريف الأمطار من أسطح المنازل بينما الغرض الثاني هو تجميع مياه الأمطار وتخزينها في مواعين لاستخدامها في الأغراض المختلفة	
5- الصهاريج	وهي عبارة عن خزانات أرضية في بعض الدول العربية تسمى "المطفيات"، يتراوح حجمها ما بين 10إلى 50م^3 وصهاريج جماعية قد تصل سعتها التخزينية إلى ما يقارب 5000م^3	تونس - المغرب

المصدر: www.aoad.rog

❖ **نظم الحراثة الكنتورية:**

تتسم هذه انظم بما يلي:

- يتم استخدامها في المناطق قليلة الانحدار التي تتراوح نسبة الانحدار فيها بين 3-8٪.
- ذات تربة عميقة.
- غالباً ما تزرع بالمحاصيل الحقلية.

◆ **نظم الحفر الصغيرة:**

تمتاز هذه النظم بما يلي:

- من اقدم تقنيات الحصاد المائي.
- تقوم عل انشاء مجموعة من الحفر الصغيرة لتتجمع فيها مياه الامطار.
- تصلح هذه التقنية المياه الاراضي الزراعية المتدهورة والمستنذفة.
- تستخدم في المناطق المستوية نسبياً.

◆ **نظام المسقاة:**

يتسم هذا النظام بما يلي:

- يسود في بلاد المغرب العربي وبالتحديد في الجمهورية التونسية.
- يستخدم لتزويد الاشجار المثمرة بكميات اضافية من المياه.
- المسقاه اسم محلي لمنطقة تغذية نظام الحصاد المائي.
- يتألف هذا النظام من المسقاه وهي منطقة التغذية ومن المنقع وهو المنطقة المزروعة.
- تصمم المسقاة حسب نسبة مساحة المسقاة بالنسبة لمساحة المنقع، وعادة ما تكون مساحة المسقاة ضعفي مساحة المنقع.

❖ نظم ما بين الصفوف:

تتميز هذه النظم بما يلي:

- من افضل تقنيات الحصاد المائي استخداماً في المناطق المستوية وشبه المستوية.
- تقوم على تجمع المياه من خلال القنوات والطرق المتناثرة بين المساحات الزراعية ويتم توجيه الجريان في نهاية القناة أو نحو قطعة مرزوعة بمحصول ما.

❖ نظم أحواض الجريان السطحي الصغيرة:

تتسم هذه النظم بما يلي:

- تصلح هذه التقنية في المناطق المنبسطة.
- تتشكل من سلسلة من الاحواض الصغيرة الخاصة بينابيع مياه الامطار والتي تكون ذات اشكال هندسية ، وتكون هذه الاحواض عادة بحاجز يمكن رفعه من حين المنطقة المزروعة المراد تزويدها بالمياه.
- من اكثر تقنيات الحصاد المائي ملاءمة لمناطق زراعية الاشجار المثمرة.
- انظم معمرة ولكنها تحتاج لصيانة.

❖ نظم الحواجز الهلالية:

تتسم هذه النظم بما يلي:

- حواجز ترابية على شكل هلال مواجهة لاعلى المنحدر بصورة مباشرة.
- تتجمع المياه عن منطقة التغذية امام الحاجز وهو المكان المزروع.
- يتم اقامة الحواجز على شكل صفوف.

- تستخدم هذه التقنية في المناطق التي تقل نسبة انحدارها عن 15٪.
- تطبق هذه التقنية في كثير من المناطق لاحياء المراعي الطبيعية وانتاج الاعلاف.

❖ **نظم الحواجز شبه المنحرفة:**

تمتاز هذه النظم بجميع سمات الحواجز الهلالية اعلاه إلا انها تختلف عنها في الشكل، حيث يكون شكلها شبه منحرف.

❖ **نظم الحواجز الكنتورية:**

تتسم هذه النظم بما يلي:

- حواجز ترابية يتم اقامتها على طول خطوط الكنتور.
- تتباعد هذه الحواجز عن بعضها البعض بمسافات تتراوح بين 5-20م.
- تتركز الزراعة على مسافة 1-2م عن الحاجز.
- يتم حجز مياه الامطار عند مقدمة الحاجز.
- تمتاز هذه النظم بالبساطة حيث يتم تنفيذها يدويا أو بواسطة الالات.
- تستخدم في جيمع المناطق التي تتراوح نسبة انحدارها بين 1-50٪.
- تحتاج هذه التقنية إلى دقة في انشاء الحواجز على طول خطوط الكنتور وإلا لن نتمكن من حجز مياه الامطار.

❖ نظم شرائط الجريان السطحي:

تتسم هذه النظم من انظمة الحصاد المائي بما يلي:

- تطبق في المناطق قليلة الانحدار.

- تقسم الارض إلى شرائط على امتداد خطوط الكنتور.

- يستخدم الجزء العلوي من كل شريط كمنطقة تغذية بينما يزرع الحزء السفلي بأنواع مختلفة من المحاصيل.

2- نظم حصاد مياه الاودية والسيول (جدول رقم 15):

تتسم هذه النظم بما يلي:

- مناطق التغذية عادة ما تكون كبيرة المساحة.

- تقع هذه النظم خارج المزارع.

- تعرف احيانا باسم الحصاد المائي الخارجي أي خارج المزرعة.

- تعرف في احيان اخرى باسم حصاد مياه الاودية أو السيول.

- نسبة المياه الذي يتم تخزينه في مثل هذه الانظمه إلى كمية مياه الامطار الساقطة لا تزيد عن 50٪ وهي نسبة اقل مما عليه الحال في نظم حصاد المياه الصغيرة.

- تقسم هذه النظم إلى نوعين رئيسين هما:

أ) نظم سرير وسهل الوادي وهذه أيضا تتضمن نوعين من النظم هما:

❖ نظم جمع المياه في بطن الوادي وهذه تتسم بما يلي:

- تخزين المياه في هذه النظم اما على السطح من خلال وقف تدفق المياه أو في التربة من خلال إبطاء سرعة الصبيب المائي.
- تستخدم في بطون الاودية ذات الانحدار القليل.
- من اكثر طرق الحصاد المائي ملاءمة للمناطق الجافة وشبه الجافة.
- تقوم الزراعة على الرواسب الطينية التي يخلقها الصبيب المائي على جانبي سرير الوادي.
- تستخدم هذه التقنية لاغراض زراعة الاشجار المثمرة.
- تمتاز هذه التقنية بارتفاع تكاليف صيانتها.

❖ نظم الخزانات الصغيرة:

- تقنية ملائمة للمناطق الجافة وشبه الجافة.
- طريقة بسيطة من حيث مواصفاتها الفنية، حيث يتم اقامة سد صغير على مجرى الوادي لحجز جزء من الصبيب المائي أو جميعه لتستخدم في اغراض الزراعة المختلفة.

ب) نظم حصاد مياه الاودية والسيول:

هناك انواع عديدة من هذه النظم يمكن تخليص أهمها كما يلي:

❖ نظم جريان الماء على المنحدر:

تمتاز هذه النظم بما يلي:

- توجه المياه من خلال قنوات صغيرة منحدرة إلى اراضي زراعية منبسطة تقع عند اقدام سفوح المنحدر.
- يعتبر هذا النظام فاعلا في مجال استخدام المياه المتدفقة من اعالي المرتفعات والمنحدرات.

❖ نظم نشر المياه:

تتسم هذه النظم بالاتي:

- تعرف هذه النظم باسم تحويل مياه الاودية أو مياه السيول.
- يتم في هذه النظم تحويل جزء من صبيب السيل أو الوادي عن مجراه الطبيعي إلى منطقة قريبه لاستخدامها لاغراض الري.
- تتطلب هذه النظم اختيار موقع مناسب لتحويل صبيب الوادي.
- تتطلب كذلك دقة واتقان في تصميم القناة الناقلة.
- يجب أن تتسم قناة النقل بانحدار كافي يسمح بتدفق المياه عبرها ويحول دون حدوث عمليات ترسيب.

❖ نظم السدود الصغيرة لتحويل مياه الفيضان:

تمتاز هذه التقنية بما يلي:

- تستخدم هذه التقنية في المناطق السهلية المنبسطة وبالذات السهول الفيضية للاودية.

جدول رقم (15): تقنيات حصاد مياه الاوديه والسيول.

نوع التقانة	وصف عام	مناطق انتشارها
1- السدود	تقام هذه السدود بعرض الوادي ف أضيق المناطق. وهي إما أن تكون ترابية أو حجرية أو اسمنتية في غالبيتها سدودا تحويلية وتتكون من جسم السد، بحيرة التخزين، مصرف الفائض وقناة التحويل.	الاردن – تونس – السودان – سوريا – المغرب – اليمن
2- البحيرات الجبلية	هي عبارة عن سد من الحجم الصغير بين مجموعة جبال تمكن من تجميع جريان مياه الأمطار في شكل برك صغيرة تتفاوت سعتها من بضع آلاف من الأمتار المكعبة إلى عشرات الآلاف من الأمتار المكعبة	تونس – سوريا – المغرب
3- المساقي	يتمثل هذا النظام في بناء الطوابي في السهل مما يمكن تقسيمها إلى قطع من الأرض تزرع بأنواع مختلفة من المزروعات. وينجرف الماء من قطعة إلى قطعة في اتجاه الانحدار ووفقا على نوعية الأرض وكمية الهطول المطري.	تونس – السودان – سرويا
4- الأفلاج أو الخطارات	الافلاج عبارة عن نفق باطني تنقل فيه المياه الجوفية بفعل الجاذبية إلى سطح الأرض لتستعمل لأغراض السقي أو الشرب، وظهرت هذه التقنية لأول مرة بإيران ونقلها العرب إبان فتوحاتهم للمغرب العربي. وتسمى بالكيراز بأفغانستان وقناة بإيران والفقارة في	تونس – المغرب

نوع التقانة	وصف عام	مناطق انتشارها
	الجزائر وبالخطارة في كل من تونس والمغرب.	
5- التغذية الاصطناعيه للمياه الجوفية	تتم عملية التغذية الاصطناعيه لطبقات المياه الجوفية عن طريق شحن المياه السطحية في باطن الأرض بواسطة آبار بإقامة سدود وحواجز في انجراف مجاري الأودية	الأردن – السودان – المغرب.

المصدر: www.aoad.org.

- تهدف هذه النظم إلى استثمار مياه الاودية والسيول الموسمية في النشاطات الزراعية.
- كذلك تهدف هذه السدود للحد من مخاطر الفيضانات واثارها السلبية من خلال تقليل سرعة الجريان والتخفيف من كميته.
- تحتاج هذه التقنية لعمليات صيانة في كل موسم لضمان كفاءتها وفاعليتها.
- يتكون السد التحويلي عادة من: جسم السد الترابي أو الخرساني والمفيض وهو منشأة منخفضة في تصريف المياه الفائضة، وهناك قناة التحويل التي تنقل المياه من السد إلى قناوات الري.
- يتم التمييز عادة بين السدود التحويلة الدائمة والسدود التحويلية الموسمية التي تشيد على الاودية والسيول.

◆ نظم الخزانات والحفائر:

تتميز هذه النظم بما يلي:

- أحواض ترابية يتم اقامتها في المناطق قليلة الانحدار لاستقبال مياه الامطار.
- تعرف هذه الخزانات في بعض المناطق باسم البرك الرومانية.
- وتعرف في مناطق اخرى باسم الحفائر.
- تعتبر هذه التقنية من اكثر تقنيات الحصاد المائي شيوعا في المناطق الجافة وشبه الجافة.
- والحفائر عبارة عن خزانات ارضية اصطناعية يتم حفرها تحت سطح الأرض.
- هناك انواع عديدة من الحفائر اهمها: حفير التجميع الذاتي والتجميع الجبلي ومبطن وحفير تخزين فوق الارض ومغذى من النهر.

◆ نظم السدود الصغيرة والمتوسطة:

تتسم هذه النظم بما يلي:

- من اقدم تقانات حصاد المياه.
- تبنى من مواد ترابية أو ركامية على المجاري المائية لحجز المياه.
- يحدد حجم السد ومواصفاته الفنية اعتمادا على دراسات جيولوجية وهيدرولوجية وطبوغرافيه وجيومورفولوجية منخفضة.
- من اكثر تقانات حصاد المياه انتشارا في الوطن العربي.

◆ نظم الصهاريج والمطفيات:

تتميز هذه النظم بالاتي:

- احواض محلية تقام تحت سطح الارض.
- من تقانات حصاد المياه الشائعة في المناطق الجافة وشبه الجافة.
- تحتاج لصيانة دورية.
- ذات طاقة محدودة.

◆ نظم الافلاج أو الخطارات:

وتتميز هذه النظم بما يلي:

- انفاق باطنية يتم من خلالها استخراج المياه الباطنية وتوجيهها إلى المناطق الزراعية.
- يتطلب حفر هذه الانفاق انشاء عدد كبير من الآبار.
- تمتاز بطولها وعمقها.
- كلفة عالية.
- تحتاج لصيانة مستمرة.
- الفاقد من المياه بواسطة التبخر في هذه النظم قليل ولا يكاد يذكر لانها موجودة تحت الأرض وعلى اعماق كبيرة.
- تتكون الخطارة من ثلاثة اجزاء رئيسة هي: الجزء المغذي، الجزء الناقل، الجزء الثالث هو قنوات التوزيع التي تكون عادة على سطح الارض.

◆ نظم الحصاد بالتغذية الاصطناعية:

تتسم هذه النظم بما يلي:

- تتم عملية التغذية الاصطناعيه للمياه الجوفية من خلال الابار أو السدود والحواجز فوق مجاري الاودية والسيول أو من خلال سدود نشر المياه في المناطق الفيضية أو من خلال البرك الصناعية أو تحويل جزء من مياه الاودية والسيول مباشرة إلى طبقة المياه الجوفية.
- تحتاج من هذه النظام إلى اعداد دراسات منخفضة حول المياه السطحية والتربة والطبقات الحاملة للماء والخصائص الهيدرولوجية والرسوبية.

◆ نظم الحواجز الكبيرة والسدود الترابية والجسور:

تمتاز هذه النظم بما يلي:

- حواجز وسدود ترابية تأخذ اشكالا هندسية.
- يتم اقامتها على شكل خطوط طويلة ومتعرجة ومواجهة لسطح المنحدر.
- يشيع استخدام مثل هذه النظم في دول المغرب العربي وبالذات في تونس حيث تعرف باسم طالبيا.

◆ الغايات العامة لمنظومات حصاد مياه.

تجدر الاشارة إلى ان هذه النظم سواء أكانت لحصاد مياه الامطار أو لحصاد مياه الاودية والسيول، فانها جميعا تحقق ما يلي (www.moiwr.gov.sd).

- قسم من هذه النظم وخصوصا نظم السدود الترابية والمصدات، وهذه التقنيات تقام لتعمل على تقليل حركة جريان المياه وتوجيهها إلى شبكة التصريف المائي داخل منطقة التغذية وهذا يساعد على تغذية المياه الجوفية واثراء الغطاء النباتي وحماية التربة من الانجراف.

- القسم الثاني من هذه النظم وخصوصا نظم السدود بمختلف اشكالها وهذه تقام في المناطق المنبسطة لتعمل على تقليل حركة جريان مياه الامطار الامر الذي يساعد على تغذية التربة بكميات جيدة من المياه وتغذية خزانات الماء الجوفي.

- القسم الثالث من هذه النظم وخصوصا نظم الخزانات والحفائر بمختلف اشكالها وانواعها، وهذه تقام لتجميع مياه الامطار التي تم حصادها واصطيادها.

- القسم الرابع من هذه النظم كما هو الحال في نظم المصاطب والمدرجات على امتداد واجهات المنحدرات، وهذه تقام لمنع انجراف التربة من واجهات السفوح المنحدرة اللازمة لممارسة نشاط زراعي في هذه المناطق.

٦

الفصل السادس

العوامل المؤثرة في عملية حصاد المياه

الفصل السادس

العوامل المؤثرة في عملية حصاد المياه

مقدمة:

تعتبر عملية حصاد مياه الامطار والاودية والسيول من العمليات التي يحاول الإنسان من خلالها تحقيق استغلال أمثل للموارد الطبيعية عامة والموارد المائية خاصة، واذا كانت هذه العملية تساعد في توفير كميات من المياه الاضافية التي يستطيع من خلالها الانسان سد النقص الحاصل في مورد المياه أو على الاقل التخفيف من حدة هذا العجز من هذا المورد الهام، إلا أن عملية الحصاد المائي كغيرها من النشاطات البشرية تتعرض كفاءتها وفاعليتها ونجاحها في تحقيق اهدافها لتأثير مجموعة من العوامل المختلفة التي لابد من الاهتمام بها واخذها بعين الاعتبار عند التعاطي مع عملية الحصاد المائي.

♦ العوامل المؤثرة في عملية الحصاد المائي:

تتعدد العوامل المؤثرة في عملية حصاد المياه ويمكن ايجازها فيما يلي:

- التبخر.
- التسرب.
- الارساب.
- عوامل اخرى.

أولا: التبخر:

1) التبخر من المسطحات المائية:

يعرف التبخر على انه عملية تحول الماء من حالته السائلة إلى حالته الغازية وتعتبر المسطحات المائية بأنواعها المختلفة المصدر الاساسي لبخار الماء الموجود في الغلاف الغازي، ويأتي في الدرجة الثانية التبخر من التربة والنباتات، وبشكل عام تزداد عملية التبخر في المناطق الجافة وشبه الجافة وتقل في المناطق الباردة، تؤثر في عملية التبخر من المسطحات المائية مجموعة من العوامل التي اهمها (ابو سمور والخطيب، 1999، ص75-79):

أ- الاشعاع الشمسي.

ب- درجة الحرارة.

ج- الرياح.

د- الضغط الجوي.

هـ- الرطوبة الجوية.

و- عمق المسطح المائي.

ز- نوعية المياه في المسطح المائي.

حـ- حجم وشكل المسطح المائي.

أ) الاشعاع الشمسي:

يرتبط التبخر ارتباط كبير بكمية الاشعاع الشمسي، فكلما زادات كمية الاشعاع الشمسي كما زادت كمية التخبر من المسطحات المائية، وكذلك الحال فكلما طالت مدة الاشعاع الشمسي كما زادت كمية التبخر، أي أن العلاقة بين كمية ومدة الاشعاع الشمسي من حين والتبخر

من جهه اخرى هي علاقة طردية، علماً بان كل واحد غرام من الماء في حالة السيولة يحتاج إلى 590 سعر حراري ليتحول إلى الحالة الغازية.

ب) درجة الحرارة:

تؤثر درجة حرارة الهواء بشكل فاعل ومؤثر في عملية التبخر، فكلما زادت درجة حرارة الهواء الملامس للمياه في المسطحات المائية كلما زادت كمية التبخر والعكس صحيح.

جـ) الرياح:

للرياح دور مؤثر في عملية التبخر، فلما زادت سرعة الرياح كما زادت كمية التبخر من المسطحات المائية، وحتى مستوى معين وليس بشكل مطلق، لكن الحقيقة أن الرياح المتحركة بشكل عام تزيد من معدلات التبخر من المسطحات المائية مقارنة بالوضع الساكن لها.

د) الضغط الجوي:

قد لا تكون العلاقة بين الضغط الجوي ومعدلات التبخر واضحة بشكل دقيق، لكن المعروف أنه كما ارتفعت درجة الهواء الملامس للمياه في المسطحات المائية التي كما قلت كثافته وبالتالي كما ارتفع إلى اعلى محملاً بقطرات الماء، والعكس يسود في حالة المرتفعات الجبلية حيث تنخفض قيمة الضغط الجوي نتيجة انخفاض درجة الحرارة وبالتالي تقل معدلات التخبر، لكن العلاقة الواضحة تتمثل في ان تغيير الضغط الجوي يؤثر بشكل مباشر على حركة وسرعة الرياح، وهذه بدورها تؤثر بشكل مباشر على كمية المياه المتبخرة.

هـ) الرطوبة الجوية:

ترتفع معدلات التبخر عندما تكون الرطوبة النسبية في الجو منخفضة والعكس صحيح، وبالتالي فان العلاقة بين التبخر والرطوبة النسبية في الجو هو علاقة عكسية مع افتراض ثبات العوامل الاخرى.

و) عمق المسطح المائي:

هناك علاقة عكسية بين التبخر وعمق المياه في المسطح المائي، فلما زاد عمق المسطح المائي كما قل التبخر والعكس صحيح في فصل الصيف، اما في فصل الشتاء فان الوضع يكون معكوسا نتيجة عملية الخزن الحراري والمزج البطئ للمياه.

ز) نوعية المياه في المسطح المائي:

هناك علاقة عكسية بين ملوحة المياه والتخبر، فكما زادت الملوحة كما قل التبخر والعكس صحيح، وقد يكون لعكورة المياه في المسطح المائي نفس تأثير الملوحة.

ح) حجم وشكل المسطح المائي:

ترتفع معدلات التبخر في المسطحات المائية الصغيرة لحجم الواسعة المساحة، والسبب في ذلك يرتبط بعملية التبخر ذاتها حيث تعمل الرياح على نقل بخار الماء بعيدا عن المسطح المائي الامر الذي يجعل الهواء الملامس لمياه المسطح دوما في حالة عدم الاشباع مما يزيد من كميات المياه المتبخرة.

2) التبخر من التربة:

تؤثر العوامل المؤثرة على التبخر من المسطحات المائية ايضا على التبخر من التربة، لكن أيضا هناك عوامل اخرى تزيد من فرض التبخر من التربة هي (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 82-84)

أ- رطوبة التربة.

ب- عمق المياه الجوفية.

جـ- لون التربة.

د- الغطاء النباتي.

هـ- الخاصية الشعرية.

أ) رطوبة التربة:

محتوى التربة من الرطوبة هو اكثر العوامل المؤثرة على التبخر منها، حيث نجد أن هناك علاقة طردية بين كمية الرطوبة في التربة وبين معدلات التبخر، فكما زاد محتوى التربة من الرطوبة كما زادت معدلات التبخر والعكس صحيح.

ب) عمق المياه الجوفية:

هناك علاقة بين التبخر ومستوى المياه الجوفية، فكما كان مستوى المياه في باطن الارض قريبا من السطح كما زادت معدلات التبخر والعكس صحيح.

جـ) لون التربة:

هناك علاقة بين التبخر ولون التربة، فكما كان لون التربة داكنا كما كانت قدرتها على امتصاص حرارة اكثر وبالتالي كما زادت كمية التبخر العكس صحيح بالنسبة للتربة فاتحة اللون.

د) الغطاء النباتي:

تزداد كميات التبخر من التربة كما كانت التربة مكشوفة أو قليلة الغطاء النباتي، بينما تقل معدلات التبخر من الترب المكسوة بغطاء نباتي كثيف.

هـ) الخاصية الشعرية:

تنشط دور الخاصية الشعرية كلما كان قوام التربة ناعما والعكس إذا كان قوام التربة خشنا، وكلما نشطت الخاصية الشعرية كلما ازدادت معدلات التبخر والعكس صحيح.

◆ اساليب تقدير التبخر من المسطحات المائية:

هناك مجموعة من الاساليب التي يمكن ان تستخدم لحساب وتقدير التبخر من المسطحات المائية اهمها (شحادة، 1983، ص92):

أ) الموازنة المائية.

ب) موازنة الطاقة.

جـ) الدوامات الريحية.

د) انتقال المادة.

هـ) ديناميكية الهواء.

و) المعادلات الرياضية.

أ) الموازنة المائية:

يحسب التبخر بهذه الطريقة وفق المعادلة التالية:

"ت = د – خ + ط – دم" (شحادة، 1983، ص92):

حيث أن:

ت = التبخر من المسطح المائي.

د = كمية المياه التي تدخل المسطح المائي سواء أكانت مياه سطحية أم جوفية.

خ = كمية المياه التي تخرج من المسطح المائي.

ط = كمية الامطار التي تسقط على المسطح المائي.

دم = الفرق في مخزون المسطح المائي من المياه.

ب) موازنة الطاقة:

يستخدم هذه الطريقة في حساب التبخر من المسطح المائي لمدة لا تقل عن عشرة ايام، ويتم ذلك باستخدام المعادلة التالية:

"ك = ك (ق) – ك (ق س) + ك (ط) – ك (ط س) – ك (ط ش) + ك (ن) – ك (ت) – ك (ح) – كَ (و) " (شحادة، 1983، ص 94).

حيث أن:

كَ = الارتفاع في قيمة الطاقة الكامنة في المسطح المائي.

ك (ق) = الاشعاع الشمسي القصير.

ك (ق س) = الاشعاع الشمسي القصير المنعكس من سطح المسطح المائي.

ك (ط) = الاشعة الشمسية طويلة الموجة التي تصل إلى سطح المسطح المائي.

ك (ط س) = الاشعة الشمسية المعكوسة من سطح المسطح المائي.

ك (ط ش) = اشعة المسطح المائي.

ك (ت) = الطاقة المضافة إلى المسطح المائي عن طريق المياه التي تدخله.

ك (ن) = طاقة التبخر.

ك (ح) = الحرارة المحسوسة.

ك (و) = طاقة منبعثة مع المياه المتبخرة.

جـ) الدوامات الريحية:

يستخدم هذا الاسلوب في تقدير كمية التبخر من خلال قياس الذبذبات القصيرة في سرعة الريح وباستخدام المعادلة التالية:

" ي = ث × س × ر(ن) × دت" (شحادة، 1983، ص 98)

حيث أن:

ي = بخار الماء المنقول عبر المسطح المائي.

ث = كثافة الهواء.

س = السرعة العمودية للدوامات الريحية الصاعدة.

ر (ن) = رطوبة الهواء النوعية.

د ت = وحدة زمنية واحدة ومحددة.

د) انتقال المادة:

تقوم هذه الطريقة على حساب التبخر باستخدام معادلة دالتون Dalton وهي:

"ت = ن س (ض (س) – ض(أ)) (شحادة، 1983، ص 98).

حيث أن:

ت = كمية التبخر من المسطح المائي.

ن = ثابت.

س = سرعة الريح.

ض (س) = الضغط الاشباعي لبخار الماء.

ض (أ) = الضغط الجوي لبخار الماء.

هـ) ديناميكية الهواء:

يتم في هذه الطريقة حساب معدل انتقال بخار الماء بين مستويين مختلفين ولكن متقاربين في الغلاف الجوي، ويستخدم في سبيل ذلك معادلة ثورنوايت وهولتزمان وهي:

$$\text{ت} = \frac{\text{ك}^2\,\text{ث}\,(\text{ر}(2) - \text{ر}(1)) \times (\text{س}(2) - \text{س}(1))}{\left(\text{لوغ}\,\frac{\text{ع}(2)^2}{\text{غ}(1)}\right)}$$ (شحادة، 1983، ص99)

حيث أن:

ت: كمية التبخر (سم/ث).

ث: كثافة الهواء (غرام/ سم2).

ر(2): رطوبة الهواء النوعية عند الارتفاع ع$^{\frac{1}{2}}$ (غم/سم3)

ر(1): رطوبة الهواء النوعية عند الارتفاع ع1 (غم/ سم3)

س(2): سرعة الريح عند الارتفاع ع2 (سم/ ثانية).

س(1): سرعة الريح عند الارتفاع ع1 (سم/ ثانية).

ك: ثابت كارمان ويساوي نحو 0.41.

و) المعادلات الرياضية:

اشهر هذه المعادلات التي يمكن من خلالها حساب كمية التبخر هي معادلة بنمان Penmans Equation التي تم الحديث عنها في اجزاء سابقة من هذا الكتاب.

3) التبخر/ نتح:

يعرف النتح على انه اطلاق النباتات الحية الماء عن طريق الاوراق على شكل بخار ماء ليدخل للغلاف الجوي، اما التبخر/ نتح فيمثل جميع كميات بخار الماء التي تدخل للغلاف الغازي سواء اكان مصدرها المسطحات المائية ام التربة ام النبات، (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 89).

◆ العوامل المؤثرة في التبخر/ نتح:

تؤثر مجموعة من العوامل المختلفة في كميات التبخر/ نتح التي تدخل للغلاف الغازي، من هذه العوامل ما هو مناخي ومنها ما هو متعلق بالنبات واهم هذه العوامل ما يلي (ابو سمور، والخطيب، 1999، ص 91):

- درجات الحرارة.
- الاشعاع الشمسي.
- سرعة الرياح.
- الضغط الجوي.
- حجم مسامات النبات.
- نوع النباتات.
- السعة الحقلية للتربة.
- نقطة الذبول.

♦ تقدير وحساب كميات التبخر/ نتح:

تعتبر معادلة ثورنثويت وهولز مان Thoornthwaite and Holzman اكثر الطرق انتشاراً في تقدير كميات التبخر/ نتح، حيث يتم تقدير كميات التبخر/ نتح من اي منطقة مغطاة بالنباتات وفق المعادلة التالية:

$$\text{ت} = \frac{3.46\times10^{-5}\,(\text{س}(2)-\text{س}(1))\,(\text{ض}(1)-\text{ض}(2))}{\text{ح}\left(\text{لو غم}\,\frac{\text{ع}(2)-\text{د}}{\text{ع}(1)-\text{د}}\right)^{2}}$$

(شحادة، 1983، ص112)

حيث أن:

ت = التبخر (ملم/ث).

ض(1) = ضغط بخار الماء على ارتفاع ع(1).

ض(2) = ضغط بخار الماء على ارتفاع ع (2).

ح = درجة حرارة الهواء عند منتصف الارتفاع بين ع(1) و ع(2).

د = عامل الازاحة وهو يتناسب طردياً مع ارتفاع الغطاء النباتي وكثافته.

ثانياً: التسرب Infitration:

تسرب المياه من منظومات الحصاد المائي يمكن ان يكون تسرباً سطحياً أو تسرباً عميقاً، وتقتضي دراسة التسرب بنوعية التعرف على (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 168-170):

+ مسامية التربة.

+ نفاذية التربة.

◆ مسامية التربة:

ويقصد بها نسبة حجم الفراغات الموجودة في تربة ما إلى حجم العينة المراد قياس مساميتها لنفس التربة ويمكن ان تقاس مسامية التربة وفق المعادلة التالية (ابو سمور، والخطيب، 1999، ص 169):

$$\text{نسبة المسامية} = 100 \times \frac{\text{عدد المسامات في العينة}}{\text{الحجم الكلي للعينة}}$$

وعندما تكون الفراغات الموجودة في التربة مملوءة بالماء تكون التربة في حالة اشباع، اما إذا كانت الفراغات مملوءة جزئياً بالماء فتكون التربة غير مشبعة، وعليه يمكن قياس رطوبة التربة وفق المعادلة التالية (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 169).

$$\text{رطوبة التربة} = 100 \times \frac{\text{وزن الماء في عينة التربة}}{\text{وزن عينة التربة مجففة على درجة 105 مئوي}}$$

ويميز عادة بين الرطوبة القصوى للتربة. وهي الحالة التي تكون فيها فراغات التربة مملؤة بالماء بسعتها القصوى (السعة الحقلية)، وهناك الرطوبة الدنيا وهي الحالة التي يبقى في مسامات التربة فقط مياه الجاذبية التي لا تستطيع النباتات امتصاصها ورفعها، اما حالة عجز الرطوبة فتقاس من خلال طرح رطوبة التربة اثناء القياس من الرطوبة القصوى للتربة.

◆ نفاذية التربة:

ويقصد بالنفاذية قدرة التربة إلى ايصال ونقل الماء، وهذه الخاصية تعتمد بشكل كلي على مسامية التربة، والعلاقة بين المسامية والنفاذية هي علاقة عكسية، ويمكن قياس نفاذية التربة من خلال المعادلة التالية (جدول رقم 5) (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 171):

معامل النفاذية (م/يوم) = ثابت تتراوح قيمته بين 400-1200 ومعدله 1000 × حجم الحبيبات (ملم).

جدول رقم (5): مستويات نفاذية التربة.

الرقم المتسلسل	درجة النفاذية	السرعة سم/ ساعة
1	بطيئة جدا	اقل من 0.215
2	بطيئة	0.5-0.216
3	بطيئة نسبيا	2-0.6
4	متوسطة	6.25-2.1
5	معتدلة السرعة نسبيا	12.5-6.26
6	سريعة	25-12.6
7	سريعة جدا	اكثر من 25

المصدر: ابو سمور والخطيب **1999**

يعرف التسرب على انه حركة الماء من سطح التربة إلى داخل الارض من خلال المسامات الموجودة في التربة، ويقاس التسرب بالملم/ ساعة وتؤثر في التسرب مجموعة من العوامل هي (جدول رقم 16) (ابو سمور والخطيب، 1999، ص 106):

- خصائص التربة الفيزيائية.
- محتوى التربة من الرطوبة.
- نوع وكثافة الغطاء النباتي.
- درجة انحدار السطح.
- خصائص الامطار الساقطة.

جدول رقم (16): معدلات التسرب حسب نوع الغطاء النباتي

نوع الغطاء النباتي	التسرب السنوي/ بوصة
اراضي عارية	7.7
اراضي مزروعة بالصنوبر	15.1
اراضي مغطاة بالاعشاب	16.7
اراضي مزروعة بالحبوب	17.2
اراضي مغطاة بالبلوط	17.4

المصدر: ابو سمور والخطيب، 1999

◆ قياس وحساب التسرب:

يمكن قياس وحساب كمية المياه المتسربة باستخدام معادلة التسرب لهورتون Horton وهي: (ابو سمور والخطيب، 1999، ص174):

$$Fp = fc + (fo-fc) \exp(-kt)$$

حيث أن:

مقدار التسرب بالبوصة = fp

مقدار التسرب الاساسي = fo

الحد الادني الثابت للتسرب = fc

ثابت = k

الوقت = t

ثالثاً: الارساب في منظومات الحصاد المائي:

تحمل المياه السطحية الجارية معها كميات واحجام مختلفة من الرواسب، التي عادة ما تترسب اما عن جانبي قنوات المياه الناقلة أو داخل وحدات تجميع وتخزين المياه، وبمرور الزمن تتراكم كميات الرواسب بشكل يؤثر سلبا على كامل منظومة الحصاد المائي، حيث :(www.aoad.org)

- ❖ تقلل بمرور الزمن من الطاقة الاستيعابية لوحدات تخزين المياه.
- ❖ يعمل ويؤدي إلى تلويث المياه بالرواسب المختلفة.
- ❖ تشكل الرواسب المتراكمة عائقا في وجه عمليات ومنشآت الري.
- ❖ تفرض عمليات الترسيب ضرورة القيام بصيانة مستمرة أو دورية للمنشآت وهذا يعني كلفة صيانة اضافية.

رابعاً: عوامل أخرى

ومن العوامل الاخرى التي تؤثر في عملية حصاد المياه ما يلي :(www.aoad.org)

- نقص الكفاءات والكوادر الفنية.
- نقص الاجهزة والالات والمعدات.
- نقص البيانات والمعلومات والدراسات المتخصصة وعدم توفر مواد وبيانات متخصصة
- تضارب المصالح وغياب التشريعات اللازمة.

- غياب التنسيق بين الجهات الشعبية من جهة والجهات الرسمية من جهة اخرى وفي أحيان كثيرة غياب التنسيق بين الجهات الرسمية مع بعضها البعض.
- نقص التمويل وعدم توفر الموازنات المادية اللازمة والضرورية لانشاء وصيانة منظومات الحصاد المائي.



الفصل السابع

التجربة الأردنية

الفصل السابع

التجربة الاردنية

مقدمة:

يقع الأردن بين خطي طول 34 و 39 شرقا وخطي عرض 29 و33 شمالا ويعتبر من المناطق الجافة وشبه الجافة بمساحة حوالي 90000 كيلو متر مربع ويمتاز بتنوع التضاريس من حيث السلاسل الجبلية الممتدة من الشمال إلى الجنوب والصحراء الممتدة في جنوبه وشرقه. اما في الغرب فالانحدارات السحيقة باتجاه غور الأردن والتي تمتد من بحيرة طبريا في الشمال بانخفاض حوالي 220 متر تحت سطح البحر قرب البحر الميت. وتعتبر الأمطار هي المصدر الرئيسي لكافة الموارد السطحية والجوفية في الأردن.

يصنف الأردن بأنه من المناطق الجافة وشبه الجافة حيث يمتاز بمعدل أمطار قليل مقابل درجة عالية من التبخر. ويتيمز بشح الأمطار وتذبذبها تبعا للظروف المناخية ومواسم هطول الامطار التي يظهر فيها تباينا واضحا في الزمان والمكان والشدة والتوزيع.

يمتاز المناخ بفصوله الأربعة الشتاء والربيع والصيف والخريف وتبدأ الفترة الماطرة في شهر تشرين أول وتنتهي في أيار. ويتراوح معدل سقوط الأمطار السنوي بين اقل من 50 وإلى حوالي 600 ملم وتسقط معظم

الأمطار على مناطق المرتفعات الجبلية ويتلقى 91٪ من الأردن كمية أمطار تقل عن 200 ملم كما يشير الجدول رقم (17)(*).

وتتراوح درجات الحرارة ما بين الصفر في الشتاء إلى ما يزيد على 40° في فصل الصيف وهذا ينتج عنه ارتفاع في كمية التبخر الكامن.

جدول (**17**) معدل سقوط الامطار (الملم) والنسبة المئوية للمساحات التي تستقبل هذا المعدل في الأردن.

معدل سقوط الأمطار السنوي (ملم)	النسبة المئوية للمساحة
600-500	1.1
500-300	1.8
300-200	5.7
دون 200	91.4

بلغ المعدل طويل الأمد لحجم الأمطار الساقطة على الأردن للفترة 1937-1999 حوالي 8450 مليون متر مكعب في السنة وتعادل حوالي 95ملم/ سنة، وتراوحت كميات الهطول المطري بين 3500 مليون متر مكعب للسنة المائية 1999/1998 و 17797 مليون متر مكعب للموسم المائي 1967/1966.

يتراوح معدل التخبر بين 75٪ في مرتفعات عجلون و 98٪ في المناطق الصحراية يبلغ معدل التخبر طويل الأمد لنفس فترة القياسات حوالي 92.2٪ أي أن نسبة الاستفادة من مياه الأمطار هو 7.8٪ وهذه النسبة تتوزع بشكل فيضانات نسبتها 2.4٪ وتغذية المياه الجوفية والينابيع ونسبتها 5.4٪ (سمارة، 1997).

(*) عاطف الخرابشة، تطوير مصادر المياه في الأردن، المجلة العربية لادارة مياه الري، عدد (3)، 2000.

❖ مصادر المياه في الأردن:

تقسم مصادر المياه بشكل عام إلى قسمين:

أ) مصادر مياه تقليدية وتشمل:

- ❖ المياه السطحية التي تجري في السيول والأودية على شكل جريان سطحي ويمكن تخزينها في السدود المنشأة على الأودية.
- ❖ المياه الجوفية التي تتكون في الطبقات الصخرية في باطن الأرض وفي وسط نفاذي مناسب لتخزين هذه المياه بكميات وافرة بحيث يمكن استخراجه عن طريق حفر الآبار.
- ❖ مياه الينابيع وهي المياه الفائضة عن المخزون الجوفي نتيجة للتغذية المائية الطبيعية لتكون معظم الجريان الأساسي في الأودية والأنهار.

ب) مصادر مائية غير تقليدية وتشمل:

- ❖ المياه الناتجة عن محطات تنقية المياه العادمة.
- ❖ المياه الناتجة عن تحلية المياه الجوفية عالية الملوحة أو مياه البحر.
- ❖ المياه الناتجة عن إجراءات التخزين الجوفي الاصطناعي.

❖ مصادر المياه السطحية:

وهي المياه دائمة التدفق إلى الأنهار على شكل تصريف فيضانات أو تصريف أودية دائمة الجريان أو ينابيع، ويعتمد تصريف الأنهار والأودية دائمة الجريان والينابيع على كمية وشدة الأمطار وديمومتها يقسم الأردن من حيث الأحواض المائية السطحية إلى خمسة عشر حوضا ويمتد حدود الحوض الصباب لبعض هذه الأحواض المائية ليشمل أراضي لدول مجاورة مثل سوريا والسعودية والعراق.

الطاقة الإنتاجية للمياه السطحية في الأردن على اختلاف مواسم المطر العادية والجافة تظهر تناقصاً واضحاً كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب. وتعتبر المياه الجوفية هي مصدر الجريان الأساسي الذي يغذي الأودية بواسطة الينابيع والتي تعتمد على خصائص الطبقات المائية التي تغذيها وعلى كمية التصريف ونوعيته.

يبلغ المعدل السنوي للمياه السطحية في الأردن لكافة الأودية والأنهار حوالي 711 مليون متر مكعب حيث يشكل تصريف نهر اليرموك حوالي 42٪ تقريباً (300 مليون متر مكعب) من هذه الكمية تستغل لزراعة المناطق المنخفضة في الأغوار (جدول رقم 18).

تشكل السدود القائمة في الأردن مصدراً مائياً هاماً وذلك لحجزها لكميات كبيرة من المياه التي تهدر دون استعمال وضياعها بواسطة التبخر. حيث يلغ عدد هذه السدود 17 سداً تتراوح طاقتها التخزينية بين 0.7 مليون متر مكعب في سد البويضة إلى 82 مليون متر مكعب في سد الملك طلال. أما السدود المقترح إنشاؤها فأهمها سد الوحدة بطاقة إنتاجية تصل إلى حوالي 100 مليون متر مكعب.

جدول رقم (**18**) توزيع المياه السطحية على الأحواض (وزارة المياه والري، **1989**).

اسم الحوض	الجريان الدائم م م3/ سنة	الفيضان م م3/ سنة	المجموع م م3/ سنة
حوض اليرموك	167	132	300
الأودية الجانبية لنهر الأردن	66	15	80
حوض الأزرق	46	46	92
حوض البحر الميت	44	4	48
حوض الموجب	35	32	65
حوض الحسا	32	4	36
حوض وادي عربة	28	6	34

اسم الحوض	الجريان الدائم م م3/ سنة	الفيضان م م3/ سنة	المجموع م م3/ سنة
حوض اليتم	-	1	1
الصحراء الجنوبية	-	-	-
الجفر	4	10	14
السرحان	-	10	10
الأزرق	-	15	15
الحماد	-	13	13
المجموع	423	189	711

المياه الجوفية:

تعتبر المياه الجوفية اهم مصدر مائي في الأردن وتتكون من مياه جوفية متجددة تتغذى من مياه الأمطار ومياه جوفية غير متجددة تم تخزينها منذ آلاف السنين. إن المياه الجوفية في الأردن تتأثر إلى حد كبير بالتغيرات المناخية التي تؤثر على الأردن كما هو الحال بالنسبة للمياه السطحية ويوجد في الأردن 12 حوض مائي جوفي موزعة على كافة مساحة الأردن ويمكن وصف تأثر هذا النوع من المياه على النحو التالي:

- تتغذى المياه الجوفية المتواجدة في الطبقات الجيرية الدولوميتية وطبقات طمم الأودية من مياه الأمطار ذات المعدل العالي الذي يصل إلى 600 ملم سنويا في المرتفعات الجبلية. وتتسرب مياه الأمطار من خلال تشققات الصخور المتكشفة لتنساب في باطن الأرض من خلال الطبقات الحاملة لتظهر على شكل ينابيع او لتضاف إلى المخزون الجوفي. وعليه فإن مياه الينابيع تتذبذب تبعا لكميات الأمطار الساقطة.

- هناك مصدر تغذية للطبقات البازلتية وما يدنوها من الطبقات الحاملة للمياه من خارج الحدود الأردنية (منطقة جبل العرب في سوريا) حيث معدل الأمطار يزيد عن 350 ملم سنويا ويدخل إلى الأردن حوالي 82 مليون متر مكعب كمياه جوفية إلى حوضي الزرقاء والأزرق. إن هذا المصدر يؤثر على المياه الجوفية المتجددة لهذه الطبقات وله تأثير على الجريان الدائم لنهر اليرموك.
- مصدر تغذية الطبقات الرملية العميقة (الكرنب والزرقاء والديسي) أما أن يكون موضعي من تكشفات الكرنب في شمال الأردن أو من الانسياب العمودي إلى باطن من الطبقات المائية العليا (الجيرية الدولوميتية) لذلك فان التغذية المائية لهذه الطبقات من النوع الثابت.

يوضح الجدول (19) مصادر المياه الجوفية واستعمالاتها حيث يظهر أن الضخ الامن هو 275 مليون متر مكعب وان معدل الضخ لاستخدامات الشرب والصناعة والزراعة والمناطق النائية هو 418 مليون متر مكعب اضافة إلى 50 مليون متر مكعب من حوض الديسي.

جدول رقم (19): مصادر المياه الجوفية واستعمالاتها في الأردن

الحوض المائي الجوفي	الطبقات المائية المنتجة	الاستخراج الآمن مم3/ سنوياً	شرب: الآبار العاملة	شرب: كمية المياه مم3/سنوياً	صناعة: الآبار العاملة	صناعة: كمية المياه مم3/ سنوياً	زراعة: الآبار العامة	زراعة: كمية المياه مم3/ سنوياً	مناطق نائية: الآبار العاملة	مناطق نائية: كمية المياه مم3/ سنوياً	مجموع الاستعمالات مم3/سنوياً	الميزان مم3	مجموع عدد الآبار	النسبة ٪ من الاستخراج الآمن
اليرموك	B4,B2, A7,A2	40	32	23.83	2	0.17	107	36.03	3	0.49	60.06	-20.06	144	150
الأودية الجانبية	A+K	15	16	5.57	5		9	0.89			6.46	8.54	25	43
وادي الأردن	(QA)	21	22	7.59	58	0.92	204	35.48			43.99	-22.99	231	209
عمان/ الزرقاء	Ba,B2/ A7,A4, A2,k	87.5	112	62.51	38	6.12	453	80.56			149.14	-61.69	623	171

الحوض المائي الجوفي	الطبقات المائية المنتجة	الاستخراج الآمن مم3/ سنوياً	استعمالات المياه الجوفية												النسبة ٪ من الاستخراج الآمن
			شرب		صناعة		زراعة		مناطق نائية		مجموع الاستعمالات مم3/سنوياً	الميزان مم3	مجموع عدد الآبار		
			الآبار العاملة	كمية المياه مم3/سنوياً	الآبار العاملة	كمية المياه مم3/ سنوياً	الآبار العاملة	كمية المياه مم3/ سنوياً	الآبار العاملة	كمية المياه مم3/ سنوياً					
البحر الميت	Ba,B2/ A7,A4, A2,	57	68	34.20		16.08	243	33.58	10	1.61	85.48	-28.48	359		150
الديسي والمدورة	(D) Depth 150m	125	12	8.67		3.85	54	57.47	6	1.37	71.35	53.64	72		57
وادي عربة الشمالي	(Qa,B2 /A7,K, D)	305			13	4.5	8	0.57	4	0.187	5.26	-1.76	25		150
البحر الأحمر وادي عربة الجنوبي	(Qa,D)	5.5	5	1.47	3	0.11	36	6.28	3	0.187	8.05	-2.55	47		146

الحوض المائي الجوفي	الطبقات المائية المنتجة	الاستخراج الآمن مم3/ سنوياً	استعمالات المياه الجوفية											النسبة ٪ من الاستخراج الآمن
			شرب		صناعة		زراعة		مناطق نائية		مجموع الاستعمالات مم3/سنوياً	الميزان مم3	مجموع عدد الآبار	
			الآبار العاملة	كمية المياه مم3/سنوياً	الآبار العاملة	كمية المياه مم3/ سنوياً	الآبار العاملة	كمية المياه مم3/ سنوياً	الآبار العاملة	كمية المياه مم3/ سنوياً				
الجفر	Ba,B4, ALLB 2/A7,A 1,K	9 18	14	6.45	22	1.3	68	12.4	9	1.00	21.16	-12.15	133	235
الأزرق	(Ba,B4, B2/A7) (AB.K)	24	26	28.15	2	0.1	456	24.61	14	0.63	53.49	-29.49	498	223
السرحان	(B5/4, AB)	5					8	1.7	5	0.17	1.87	3.13	13	37
الحماد	(B4)	8	3	0.47			2	0.124	11	0.43	1.02	6.80	16	13
المجموع		275.5	310	178.64	143	33.16	1648	289.69	65	6.08	507.392	-179.19	2166	

الينابيع:

تعتبر الينابيع من أهم مصادر المياه المتاحة لأغراض الري والشرب ويشهد تصريف الينابيع تناقصا مستمرا وذلك بسبب تذبذب كميات الأمطار والتوسع العمراني على مصادر تغذية هذه الينابيع. وقد تسبب هذ النقص في تصريف الينابيع إلى زيادة العجز الذي بدأ الأردن يعاني منه منذ بداية التسعينات.

♦ المصادر المائية غير التقليدية:

ان زيادة العجز المائي الجوفي نتيجة لاستنزاف الطبقات المائية الجوفة انعكس على نوعية المياه كما ونوعا وقد أدى إلى انخفاض مناسب المياه الجوفيه في معظم الأحواض المائية. ولتحقيق نوع من التوازن بين المصادر المائية المتاحة والاحتياجات المختلفة، لابد من دراسة البدائل الممكنة والتي تؤدي إلى تخفيض العجز وتحقيق نوع من الاكتفاء الذاتي المائي. هذه المصادر هي معالجة المياه العادمة وتحلية المياه المالحة مياه البحر وتشجيع مشاريع التغذية الاصطناعية عن طريق إقامة السدود والحفائر وحصاد الأمطار.

- المياه العادمة المعالجة:

تتركز أهداف إنشاء محطات تنقية المياه العادة حول حماية البيئة ورفع المستوى الصحي والاجتماعي للسكان وتوفير مصادر مياه جديدة وغير تقليدية من خلال تنقية وإعادة استعمال المياه العادة في المجالات المختلفة وخاصة الزراعة المقيدة. يبلغ عدد محطات التنقية في الأردن 13 محطة (جدول رقم 20).

- تحلية المياه المالحة ومياه البحر:

تعتبر خطط تحلية المياه المالحة توجه جديد في استراتيجية المياه الأردنية بهدف تقليل العجز بين الاحتياجات الحالية والمستقبلية لقطاعات المياه المختلفة وبين كميات المياه المتاحة للاستغلال. وتقدر كميات المياه التي يمكن تحليتها بحوالي 75 مليون متر مكعب منها 15 مليون مياه ينابيع وأودية دائمة الجريان.

- حصاد الأمطار:

إن الحاجة للاستفادة من مصادر المياه السطحية المختلفة وأهمها الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي غالباً ما تهطل أمطار خلال أشهر قليلة في السنة. يقصد بحصاد الأمطار تقنيات جمع مياه الساقط المطري بطرق علمية تلعب دوراً هاماً في تنمية وترشيد استثمار الموارد المائية. وأهم طرق الحصاد المائي هي: الحفائر والتغذية الاصطناعية عن طريق انشاء السدود والبحيرات (جدول رقم 21).

جدول رقم (20) محطات تنقية المياه العادمة والدائمة وكميات المياه المتدفقة منها.

اسم المحطة	المنطقة المستفيدة	المحافظة	سنة التشغيل	حجم التدفق مم3/ السنة 1988	حجم التدفق مم3/ السنة 1992	حجم التدفق المتوقع مم3/ السنة 2005
الخبراء السمراء	عمان الكبرى، الزرقاء والرصيفة	عمان والزرقاء	1985	24.5	32.1	49.87
مأدبا	مادبا	عمان	1987	-	0.74	1.47
البقعة	البقعة، صافوط، عين الباشا وصويلح	البلقاء	1988	0.47	2.1	2.74
إربد	اربد	اربد	1987	0.58	4.1	6.33
جرش	جرش	اربد	1983	0.11	0.65	0.97
الرمثا	الرمثا	اربد	1987	-	0.63	1.64
كفرنجة	عجلون، عنجرة، عين جنا، وكفرنجة	اربد	1988	-	0.61	1.4
المفرق	المفرق	المفرق	1988	0.29	0.55	1.1
الكرك	الكرك	الكرك	1988	0.11	0.27	0.66
الطفيلة	الطفيلة	الطفيلة	1988	-	0.29	0.68
العقبة	العقبة	معان	1988	0.48	0.95	2.6
معان	معان	معان	1987	-	0.33	0.54

جدول رقم (**21**): السدود القائمة وسعتها التخزينية واستخداماتها في الأردن.

اسم السد	الوادي أو النهر الذي أنشئ عليه السد	سنة الإنجاز	سعة السد (مم3)	استخدامات السد
1. سد الملك طلال	الزرقاء	1986	82	ري، قوة كهربائية
2. وادي العرب	العرب	1984	20	تخزين، قوة كهربائية
3. الكفرين	الكفرين	1967	4.8	ري
4. وادي شعيب	شعيب	1964	2.3	تغذية طبيعية جوفية
5. شرحبيل	زقلاب	1964	4.3	الري
6. السلطاني	الموجب	1962	1.2	ري وسقاية ماشية
7. القطرانة	الموجب	1962	2.3	سقاية ماشية
8. اللحفي	ضليل	1963	0.7	سقاية ماشية
9. البويضة	اليرموك	1967	0.7	سقاية ماشية
10. غدير الأبيض	اليرموك	1967	0.7	سقاية ماشية
11. سما السرحان	اليرموك	1965	1.7	سقاية ماشية
12. العاجب	ضليل	1983	1.4	تغذية جوفية
13. البرقع	الرويشد	1950	1.5	سقاية مواشي، تغذية جوفية
14. الشعلان	الرويشد	1970	1.0	سقاية ماشية
15. دير الكهف	دير الكهف	1950	1.5	ري، سقاية ماشية
16. السواقة	الموجب	1993	2.8	تغذية جوفية، سقاية ماشية
17. راجل	الأزرق	1992	2.5	تغذية مياه جوفية.

- الحفائر:

وهي عبارة عن خزانات أرضية تحفر في الأراضي الطينية أو الطينية السلتية لأعماق تصل عشرة أمتار. وقد تم إنشاء العديد من الحفائر الصحراوية لأغراض ري الماشية وفي بعض المشاريع الزراعية ومن أهم هذه الحفائر حفيرة قاع خنة في الأزرق.

- التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية:

وهي من التقنيات الحديثة لحصاد الأمطار ويقصد منها تغذية المياه الجوفية بمياه الأمطار سواء بالنشر في الطبقات الرملية والتسرب عبر الشقوق أو الحقن بواسطة الآبار ومن أهم أهدافها : زيادة منسوب المياه الجوفية وتحسين نوعيتها ومنع تداخل المياه المالحة مع المياه الحلوة. ومن أهم هذه السدود سد وادي العاقب الذي يغذي المياه الجوفية بحوالي مليون متر مكعب سنوياً وعموماً يمكن أن توفر السدود المختلفة في الأردن حوالي 553 مليون متر مكعب إذا تم إنجازها وهذا سيخفض عجز المياه المتزايد بصورة كبيرة.

◆ واقع ومستقبل المياه في الأردن:

يتسم الأردن بحكم موقعه الجغرافي في الاقاليم الجافة وشبه الجافة بقلة كميات الأمطار الساقطة وارتفاع معدلات التبخر، ويلاحظ أن حوالي 94٪ من مساحة الأردن لا تزيد كمية التساقط فيها عن 200ملم/ سنوياً، الامر الذي ينعكس سلباً على كميات المياه السطحية والجوفية المتاحة.

إن نـدرة المطـر في الأردن باعتبـاره المصـدر الأساسـي والوحيـد للمصادر التقليدية وغير التقليدية وزيادة الطلب على المياه نتيجة النمو السـكاني الكبير (3.7٪ سنوياً) إضافـة للـهجرات القسـرية وقيـام الصناعات المختلفة وتشجيع الاستثمار يحتم العمل على تفنيذ سياسات تنموية شاملة تفي بالهدف المنشود الذي يعتمد في أساسه على المياه. ويبين الجدول رقم 22 أعداد السكان المتوقعة في الأردن حتى عام 2025 مقارنة بالاحتياطات المائية لمختلف القطاعات.

- لا تزيد حصة الفرد الأردني السنوية من المياه عن 170م3، الامر الذي يجعل الاردن من ضمن قائمة افقر عشرة دول مائياً في العالم.
- التداعيات السلبية لازمةالمياه على قطاع الزراعة، فقد اضطرت الحكومة الاردنية إلى تقنين استخدام المياه لاغراض الري، ومنعت الزراعات الصيفية في وادي الاردن وفرضت قيوداً على زراعة بعض المحاصيل الأخرى وذلك من اجل توفير المياه لاغراض الشرب.
- نقص مصادر التحويل المالي حال ومن وقت قريب دون الاستفادة من بعض مصادر المياه الجوفية كما هو الحال بالنسبة لمشروع جر مياه الديسي.
- تأخير تنفيذ بعض مشاريع المياه الاستراتيجية كما هو الحال في انشاء سد الوحدة ادى إلى تفاقم مشكلة المياه في الأردن.
- لم تسهم اتفاقية السلام مع "اسرائيل" من حل أزمة المياه في الاردن كما كان متوقعاً، نظراً لتذرع "اسرائيل" بحجج وتفسيرات مختلفة لنصوص معاهدة السلام فقد تعمدت "اسرائيل" إلى خفض حصة الاردن من المياه المتفق عليها خاصة في مواسم الجفاف.

◆ الطلب على المياه في الأردن:

ادى التزايد في معدلات النمو السكاني والنمو الاقتصادي إلى ارتفاع متسارع في زيادة الطلب على المياه، فقد ارتفعت كمية المياه المستخدمة للاغراض المختلفة من 801.44 مليوم م3 عام 1999 إلى 925.2 مليون م3 عام 2006، وقد ادى عدم توفر مصادر مياه غير تقليدية متاحة إلى زيادة الضغط على مصادر المياه التقليدية من اجل اشباع الطلب المتزايد على المياه، فقد لوحظ زيادة في استعمالات المياه للاغراض المنزلية عام 2006 بنسبة 25.53٪ عما كان عليه الحال عام 1999، اما الزيادة في استعمال المياه في القطاع الصناعي والزراعي فقد بلغت نسبتها نحو 2.46٪ و 21.91٪ على التوالي، ولتغطية هذه الزيادة في استعمالات المياه للاغراض المختلفة، فقد ازداد الضغط على المياه الجوفية حيث ارتفعت نسبة الضخ من هذه المياه من 43.3٪ عام 2002 إلى 67.2٪ ع ام 2006 (www.egyptiangreens.com) لقد أدت ازمة المياه في الأردن منذ وقت مبكر إلى زيادة الاهتمام الحكومي بمشاريع الحصاد المائي كمصدر من مصادر المياه غير التقليدية فقد وفرت مشاريع حصاد المياه المنفذة كميات اضافية من المياه استخدمت للاغراض المنزلية والزراعية وتربية الحيوانات، وكان اهم تقنيات حصاد المياه المستخدمة في انحاء الأردن المختلفة هي الآبار والبرك بأحجامها المختلفة، ومن أهم مشاريع حصاد المياه التي تم تنفيذها في الاردن وفي تاريخه: مشروع حصاد المياه في وادي الظليل الذي نفذ خلال الفتر 1985-1987 بالتعاون ما بين وزارة الزراعة الاردنية والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة (ايكاردا)، وقد استخدم في المشروع تقنية احواض التجيمع إلى جانب أسلوب الاقلام والحفر الكنتورية والمصاطب الكنتورية في مناطق مختلفة من اراضي المشروعين وهناك أيضاً مشروع الحصاد المائي في حوض وادي الحماد الأردني والذي تم تنفيذه في البادية الشرقية

واستخدمت فيه تقنيات الحفار والسدود الترابية، وهناك ايضاً مشروع استغلال الأراضي الجافة وشبه الجافة، حيث جرى تنفيذ المشروع بالتعاون ما بين الجامعة الأردنية والسوق الاوروبية المشتركة (www.aoad.org).

ومن اهم تقنيات حصاد المياه التي تم استخدمها وتوظيفها في الأردن الانواع التالية (وزارة المياه والري، 2002، ص17-18).

- الحواجز الحجرية الكنتورية:

وتعرف هذه الطريقة بالمصاطب الحجرية، وهي عبارة عن جدران حجرية تبنى بطريقة منحنية وتهدف إلى الحد من انجراف التربة واصطياد وتجميع مياه الأمطار القادمة من اعلى المنطقة المرتفعة.

- المصاطب الترابية:

وهي عبارة عن مصاطب تبنى من التراب في مناطق المرتفعات الضيقة للمساعدة على ايقاف الجريان السطحي للمياه وتجميعها لاغراض الزراعة وبالذات زراعة الاشجار المثمرة.

- الاحواض نصف الدائرية:

وتقام هذه الاحواض في منتصف المناطق المنحدرة حيث تزرع الاشجار التي تناسب طبيعة التربة.

- الاحواض:

وتقام في الاجزاء العلوية من المناطق المنحدرة التي تأثرت بعوامل التعرية، حيث تزرع الاشجار الحرجية التي يعمل لها احواض لتجميع اكبر قدر ممكن من مياه الامطار

- **الحراثة الكنتورية:**

وتمارس هذه الطريقة من الحراثة في الجزء السفلي من المنطقة المنحدرة لتجميع مياه الامطار والحيلولة دون انجراف التربة.

- **الآبار التجميعية:**

وهذه الآبار قد تكون كبيرة أو صغيرة وتستخدم في المزارع من اجل تجميع مياه الامطار لاغراض الزراعة وتربية الحيوانات.

- **المتاريس الترابية:**

تقام من التراب في المزارع أو البساتين التي لا يوجد فيها حجارة، وهي عبارة عن حواجز قليلة الارتفاع يزرع خلفها الاشجار المثمرة وتعرف مثل هذه التقنية بالهدارات.

- **الاحواض المائية الدقيقة:**

تقام في المناطق الصحراوية شبه المستوية، وتعمل على تجميع مياه الامطار التي تستعمل لاغراض الزراعة.

وبالتالي يمكن القول بأن أهم اسباب أزمة المياه في الأردن ترتبط بالعوامل التالية:

- ❖ انخفاض معدلات سقوط الأمطار.
- ❖ التذبذب المكاني والزماني لكميات الأمطار الساقطة.
- ❖ ارتفاع معدلات التبخر.
- ❖ التزايد السكاني المستمر نتيجة ارتفاع معدلات الزيادة السكانية السنوية.

- ❖ ارتفاع معدلات الطلب على المياه للاستخدامات المختلفة نتيجية تحسن مستويات معيشة السكان.
- ❖ سوء ادارة موارد المياه المتاحة والاستخدام الجائر لمصادر المياه الجوفية.
- ❖ اشكالية مصادر المياه المشتركة مع دول الجوار.

اما ابعاد هذه الازمة فيمكن حصرها في الجوانب التالية (www.aoad.org):

- ❖ العرض المائي أو المياه المتاحة من المصادر المختلفة لا تغطي أكثر من 75٪ من الاحتياجات الفعلية للاستعمالات المنزلية والصناعية والزراعية، ويتوقع أن يتراجع هذا الرقم خلال المستقبل القريب إلى نحو 50٪ فقط، الامر الذي سيزيد من حدة وخطورة مشكلة المياه، فقد قدرت الاحتياجات الحقيقة من المياه عام 2000 للاستعمالات المختلفة بنحو 1227 مليون م3 وسيرتفع هذا الرقم إلى 1450 مليون م3 عام 2010 وبعجز مائي يصل إلى 520 مليون م3.
- ❖ الاستغلال الجائر لمصادر المياه الجوفية، فقد وصلت كمية المياه الجوفية المستغلة إلى نحو ضعفي كمية الامطار الساقطة، علماً بأن ما نسبته 70٪ من مياه الشرب في المملكة مصدرها جوفي.
- ❖ ادى الاستغلال الجائر للمياه الجوفية إلى انخفاض كبير في مستويات المياه الجوفية في ستة أحواض مائية من أصل 12 حوضاً مائياً كبيراً وكذلك ادى هذا الاستغلال إلى ارتفاع نسبة الملوحة في بعض هذه الاحواض لدرجة اصبح من الصعب معها الاستفادة من مياه هذه الاحواض مما ادى إلى خروجها من الخدمة كما هو الحال في احواض الجفر والظليل.

أهم المصادر الإضافية لتلبية احتياجات مياه الشرب هي حوض الديسي (100 مليون متر مكعب). ولمدة مائة عام بالإضافة إلى مياه حسبان والسلطاني وجرف الدراويش ومياه زرقاء ماعين والزارة ومياه دير علا. ويمكن تلبية الاحتياجات المستقبلية لقطاع الصناعة من منطقة وادي عربة الشمالي واللجون (5 مليون متر مكعب) والشيدية (20 مليون متر مكعب). أو إعادة استعمال المياه المستخدمة في الصناعات أو استخدام المياه المالحة في عمليات التبريد أو تحلية المياه الجوفية المالحة لعمليات التصنيع.

جدول **(22)** الاحتياجات المستقبلية من المياه في الأردن.

السنة	عدد السكان بالمليون نسمة	قطاعات الاستخدامات			المجموع بالمليون متر مكعب
		المنزلي	الزراعي	الصناعي	
1985	2.1	116	497	26	639
1990	3.5	209	652	42	903
1995	4.3	246	665	30	978
2000	5.0	265	832	54	1151
2005	5.7	310	855	95	1260
2010	6.5	352	900	125	1377
2015	7.5	395	900	155	1450
2020	8.7	438	900	185	1523
2025	10.0	481	900	215	1596

أما المصادر الإضافية الممكنة لمياه الري فهي سد الوحدة (100 مليون متر مكعب) وسد الكرامة (30 مليون متر مكعب) والسدود على الأودية الجانبية بالإضافة إلى المياه العادمة المعالجة من محطات التنقية. علاوة على ذلك يجب تقليل الفاقد ورفع كفاءة نظم الري الحالية أو استبدالها بأنظمة حديثة.

❖ نوعية المياه:

لقد ازدادت ملوحة المياه في العديد من الاحواض المائية ويعود ذلك لعدة اسباب أهمها استنزاف الطبقات المائية المختلفة عن طريق الضخ الجائر. كذلك تأثير الزراعة مثل مناطق الضليل والهاشمية والأزرق. ووجود التجمعات الصناعية قرب مصادر المياه إضافة للتلوث الناتج عن محطات التنقية ومخلفات البيوت بصورة غير مباشرة. كما أن هناك سبب يعود إلى تلوث المياه السطحية والجوفية بالمواد الكيماوية الناتج عن طرح الفضلات في الأودية الرئيسية والمتواجدة قرب المصانع. يبين الجدول رقم 23 صلاحية المياه اللازمة لسقاية الإنسان والحيوان.

❖ المياه الفاقدة:

تعتبر كميات المياه المفقودة من أهم المشكلات التي تواجه قطاع المياه في الأردن كون هذه الكميات تشكل نسبة عالية من كميات المياه المنتجة من مصادر المياه. فتقليل هذه الكميات يعني وجود مصدر جديد للمياه في المملكة وهذا سينعكس على مصادر المياه التي تعاني من عجز كبير ويوضح الجدول رقم 24 معدل استهلاك الفرد من المياه لكافة محافظات المملكة ومعدل كميات المياه المفقودة.

بناء على ما تقدم فانه ينصح بالاخذ بالاتي للحد من مشكلة المياه في الأردن

1- تعظيم الاستفادة من مياه الأمطار بإنشاء السدود والحفائر الصحراوية.

2- تطوير واستغلال مياه الينابيع لشتى الأغراض وحماية مصادر التغذية من التوسعات العمرانية والحفاظ على نوعيتها.

3- تطوير شبكات المياه المهترئة لتقليل الفاقد منها.

جدول رقم (23): مواصفات المياه من حيث الملوحة لسقاية الإنسان والحيوان.

الإنسان	500-1500 ملغم/ لتر
الدواجن	2860 ملغم/ لتر
أبقار الحليب	7150 ملغم/ لتر
أبقار اللحم	10100 ملغم/لتر
الخراف	12900 ملغم/ لتر

وفيما يتعلق بمواصفات الماء لاغراض الشرب في الأردن، فقد قامت مؤسسة المواصفات والمقاييس باصدار مواصفات خاصة بمياه الشرب (انظر ملحق رقم 1).

4- زيادة شبكات الصرف الصحي والتي ستساهم في تغطية الاستفادة من المياه العادمة لأغراض الري إضافة لتقليل المشاكل البيئية.

5- استخدام الاستراتيجية الجديدة في تنقية المياه المالحة ومياه البحر.

6-يبلغ معدل الاستهلاك الىمن من المياه الجوفية حوالي 275 مليون متر مكعب في حين أن معدل الضخ 500 مليون متر مكعب. أي أن معدل الضخ يعادل حوالي ضعف قدرة الخزانات على الإنتاج.

7- يبلغ معدل كمية المياه السطحية الممكن استغلالها حوالي 700 مليون متر مكعب يستغل منها فقط حوالي 120 مليون والباقي يذهب هدرا دون استغلال.

8- حيث أن القطاع الزراعي اكبر مستهلك للمياه لابد من تحديد النشاط الزراعي بمزروعات استهلاكها للمياه قليل وانتهاجها وافر.

9- إغلاق الآبار الخاصة المنتشرة في البادية الأردنية والإشراف عليها من قبل مختصين في القطاع الحكومي لتنظيم عمليات الاستهلاك.

جدول رقم (24) معدل استهلاك الفرد من المياه في كافة محافظات المملكة خلال العام (عميش، 1994)

اسم المحافظة	عدد السكان	كمية المياه المزود مليون متر مكعب	كمية المياه المباعة مليون متر مكعب	كمية المياه المفقودة	نسبة المياه المفقودة (٪)	استهلاك الفرد مع الفاقد	استهلاك الفرد بدون فاقد
العاصمة	1.672.099	89.309	36.951	61.358	62	161	61
الزرقاء	634.055	22.730	10.195	12.535	55	98	44
إربد	994.650	31.492	12.337	19.155	58	87	37
المفرق	165.828	14.245	3.205	11.040	78	235	53
البلقاء	248.082	15.548	5.711	9.837	63	172	63
الكرك	170.335	7.016	2.829	4.187	60	113	45
الطفيلة	65.410	2.382	0.817	1.565	66	100	34
معان	151.776	16.513	8.439	8.074	49	298	152
المجموع	4.102.235	208.235	81.483	126.752			
المعدل العام					61	139	54

10- استخدام المياه ذات الملوحة العالية في عمليات تبريد آلات المصانع بدل المياه الحلوة.

11- زراعة المحاصيل التي استهلاكها من المياه قليل وتتحمل مياه ذات ملوحة عالية لهذا العام.

12- استعمال أنظمة الري بالقنوات المغلقة وتشجيع عمليات الري بالتنقيط.

13- نشر التوعية المائية بوسائل الإعلام المختلفة من خلال البرامج الإرشادية لترشيد استهلاك المياه.

14- التركيز على الصناعة وذلك لاستهلاكها كميات أقل من تلك المستخدمة في الزراعة بينما العائد منها أكثر.

15- استعمال المياه العادمة الزائدة عن حاجات الري في منطقة الأغوار لزراعة بعض الأنواع من الحشائش الرعوية قليل الاستهلاك للمياه.

الملحق رقم (1)

مواصفات مياه الشرب في الأردن

1 – المجال:

تختص هذه المواصفة القياسية بالاشتراطات والخصائص الجرثومية والفيزيائية والكيميائية للمياه الصالحة للشرب.

2 – التعاريف:

مياه الشرب: المياه الصالحة المستخدمة للاستعمالات المنزلية والصناعات والغذائية والثلج.

3 – الاشتراطات القياسية:

يجب توافر الاشتراطات والخصائص الآتية في مياه الشرب:

3 –1 الخصائص الجرثومية:

3-1-1 أن يكون العدد الأكثر احتمالاً لبكتريا القولون الكلية أقل من 1.1/100 مل من المياه المختبره بطريقة الأنابيب المتعددة وأن يكون العدد صفر لكل 100 مل من المياه المختبره عند فحصها بطريقة الترشيح.

3-1-2 أن تخلو الـ 100 مل من العينة المختبرة من:

أ – بكتيريا القولون المقاومة للحرارة(*).

ب – الجراثيم والفيروسات المعوية الممرضة.

2-3 الخصائص البيولوجية.

أن تخلو مياه الشرب من:

- جميع أطوار الحيوانات الأولية الممرضة.
- جميع أطوار الديدان المعوية الممرضة.
- الكائنات الحية الطليقة.
- الفطريات.

3 – 3 الخواص الفيزيائية.

أن تكون الخواص الفيزيائية لمياه الشرب كما يلي:

- الطعم: مستساغ لمعظم الناس.
- الرائحة: مقبولة لمعظم الناس.
- اللون: الحد المسموح به 10 وحدات وفي حالة عدم امكانية الالتزام بهذا الحد يسمح بحد أقصى 15 وحدة بلاتينيوم كوبلت.
- العكارة: الحد المسموح به وحدة واحدة وفي حالة عدم وجود امكانية الالتزام بهذا الحد يسمح أقصى 5 وحدات (NTU).

(*) المعروفة سابقاً بعصيات القولون البرازية.

4-3 الخواص الكيميائية:

3-4-1 في حالة استعمال أحد مركبات الكلورين لتطهير مياه الشرب فيجب أن تحتوي المياه فائضا حرا من الكلورين في شبكة التوزيع عن 0.2 مع/لتر ولا يزيد على 1/مع/لتر بعد مرور وقت لا يقل عن 15 دقيقة من اضافة الكلورين للمياه وفي جميع الأحوال يجب أن ينقضى 15 دقيقة قبل وصول المياه المطهرة لأول مستهلك.

3-4-2 أن تكون الخواص التي لها تأثير على مدى استساغه مياه من الشرب كما هي موضحة في الجدول(1).

جدول (1) الخواص التي لها تأثير على مدى استساغه مياه الشرب

الرقم	الخاصية	الرمز	الحد المسموح به مغ/لتر	الحد الأقصى المسموح به(*) مع/ لتر
1	الرقم الهيدروجيني	pH	8.5 – 6.5 (وحدة)	
2	المـواد الصلبـة الذائبـة الكلية	T.D.S.	500	1500
3	العسر الكلي	T.H	100	500
4	المنظفات الكيماوية(**)	L.A.S (MBBS)	0.2	0.5
5	الأمونيوم (**)	NH_4	0.5	-
6	الألمونيوم	AL	0.1	0.2
7	المنغنيز	Mn	0.1	0.5
8	الحديد	Fe	0.3	1
9	النحاس	Cu	1	1.5
10	الخارصين	Zn	3	5

الرقم	الخاصية	الرمز	الحد المسموح به مغ/لتر	الحد الأقصى المسموح به(*) مع/ لتر
11	الصوديوم	Na	200	400
12	الكلورايد	Cl	200	500
13	الكبريتات	SO_4	200	500

❖ ملاحظة: في حالة عدم وجود مورد أفضل.

❖❖ يعتبر مؤشر تلوث.

3 – 4 –3 أن تكون الحدود القصوى لتراكيز المواد الكيميائية التي لها تأثير على صحة الإنسان كما هي موضحة في جدول (2).



جدول (2) حدود تراكيز المواد الكيميائية التي لها تأثير على صحة الانسان

اسم المادة الكيماوية	الرمز	الحد الأقصى مغ/لتر
الزرنيخ	As	0.01
الباريوم	Ba	0.7
السيلينيوم	Pb	0.01
البورون	B	0.3
الكادميوم	Cd	0.03
الكروم	Cr	0.05
السيانيد	Cn	0.07
الزئبق	Hg	0.002
الفضة	AG	0.1
النيكل	Ni	0.02
الأنتيمون	Sb	0.005
الفلورايد	F	1.5
النيتريت	No2	2
النيترات	No3	50

اسم المادة الكيماوية	الرمز	الحد الأقصى مغ/لتر
مجموع هالوجينات	**TTHM	150 ميكرو غرام/لتر**

❖ في حالة عدو وجود مورد أفضل يسمح بحد أقصى 70 مغ/لتر

❖❖ الحد الأقصى للتراكيز في نهاية شبكة التوزيع.

❖❖❖ تشمل المركبات التالية: كلورفورم، بروموفورم، برومودواي، كلوروميثان، داي بروموكلورميثان.

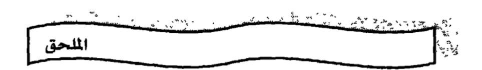
3-4-4 المواد المشعة يجب أن لا تزيد المواد المشعة في المياه على الحدود الموضحة في الجدول(3):

جدول (3) حدود المواد المشعة

اسم المادة	الحد الأقصى
مشعات ألفا	0.1 بيكوريل/لتر
مشعات بيتا	1 بيكوريل/ لتر

3 – 4 –5 الملوثات العضوية

3-4-5-1 يجب أن لا تزيد نسبة الملوثات العضوية في مياه الشرب على الحدود المبينة في الجدول (4).



جدول (4) حدود الملوثات العضوية في مياه الشرب

اسم المادة	الحد الأقصى المسموح به❖ / (مغ/لتر)
باراثيون	0.035
أندرين	0.0002
لندين	0.004
ميثوكسي كلور	0.1
توكسافين	0.005
الملاثيون	0.19
برمثرين	0.002
دايمثيويت	0.02
ديازينون	0.02
هكسا كلورو سايكلوهكسان BHC	0.04
المواد العضوية الكاوروفينوكسية	0.1
2.4-D	0.1
2.4.5-TP	0.01
❖ على أن لا يزيد المجموع الكلي للمبيدات عن 0.1 مغ/لتر	

3-4-5-2 أن لا تزيد نسبة الملوثات العضوية الأخرى غير المذكورة في جدول (4) عن الحدود المعتمدة من قبل منظمة الصحة العالمية.

4 – مراقبة النوعية:

4-1 عدد العينات وتكراريتها.

4-1-1 يجب مراعاة عدد العينات المفحوصة من المواقع لمراقبة كما هو وارد في جدول (5).



جدول (5) مواقع المراقبة وعدد العينات الواجب فحصها

الرقم	الموقع	الخواص الكيميائية والفيزيائية		الخواص الجرثومية
		التي لها تأثير استساغي	التي لها تأثير على الصحة	بكتيريا القولون وبكتيريا المقاومة للحرارة
1-	محطات المعالجة	عينة/6 شهور	عينة/ سنة	عينة/شهر
أ-	المصادر الجوفية غير الملوثة برازيا.	عينة/6 شهور	عينة/سنة	عينة/يوم
ب -	المصادر الجوفية الملوثة برازيا	عينة/6 شهور	عينة/سنة	عينة/يوم
جـ -	المصادر السطحية	عينة/شهر	عينة/شهر	عينة/يوم
2 -	خزانات التوزيع العامة	عينة 6/شهور		عينة/أسبوع
3 -	الشبكات/ حسب عدد السكان المخدومين:			
	أقل من 5000 نسمة	--	--	عينة/ شهر
	من 5000 وحتى 50000 نسمة	--	--	عينة/5000 نسمة/شهر
	50.000 نسمة فأكثر	--	--	نسمة/شهر مضافا اليها عشرة عينات

4-1-2 يجرى الفحص على البكتيريا الممرضة والأوليات والديدان المعوية حسب الحاجة.

4-2 يعتبر الموقع الذي جمعت منه العينات ملوثا في حالة وجود بكتيريا القولون و/أو بكتيريا القولون المقاومة للحرارة في عينتين متتاليتين في يومين متتاليين بعد ظهور تلوث في العينة الأولى.

4-3 يعتبر الموقع ملوثا في حالة ظهور أي من الملوثات الواردة في بند (3-2).

4-4 في حالة ثبوت تلوث المياه في أي موقع وقف ضخ المياه من ذلك الموقع وتعمل السلطة السمؤولة عنه على التحري عن أسباب التلوث وإزالتها إن وجدت.

4-5 يعاد استغلال الموقع الملوث بعد ثبوت صلاحية المياه لمدة يومين متتالين من الرقابة.

4-6 يجب أن لا تتجاور نسبة العينات غير الصالحة جرثوميا من أي موقع المعدلات الآتية.

أ – المصدر: 5 ٪ من العينات المفحوصة في الشهر.

ب – الشبكات: 5٪ من العينات المفحوصة في السنة.

5 – جمع العينات وفحصها:

تعتمد طرق جمع العينات وفحصها الواردة في أي من المراجع الآتية:

- كتاب الطرق القياسية لتحليل المياه والمياه العادة الصادر عن جمعية الصحة العامة الأمريكية وتعديلاته.

الطرق القياسية الواردة في كتاب (جودة المياه) الصادر عن منظمة المواصفات الدولية.



6 – المراجع العلمية:

1 - WHO – GUIDELINES FOR DRINKING WATER QULALITY – EDITION2 – VOLUME 1 – 1993.

2 – STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OPF WATER AND WASTE WATER, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION.

3 – ISO – ENVIRONMENT – WATER QUALITY VOL... 1.2 &3.

المراجع

المراجع العربية

1- اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، (1989)، مستقبلنا المشترك، ترجمة محمد كامل عارف، سلسلة عالم المعرفة، عدد 142، المجلس الوطني للثقافة والأدب، الكويت.

2- حسن أبو سمور وحامد الخطيب (1999) جغرافية المواد (المائية) دار صفاء، عمان.

3- ركاد طعاني (1994). مصادر المياه واستعمالاتها في الأردن، تقرير غير منشور لدى سلطة المياه، عمان.

4- زياد عميش (1994). دراسة حول المياه المفقودة في محافظة العاصمة، تقرير غير منشور لدى إدارة مياه العاصمة، عمان.

5- سلطة المياه (1991) المصادر المائية في الأردن، تقرير غير منشور لدى سلطة المياه، عمان.

6- سطلة المياه والري، (2002) الاحتياجات المائية وجدولة الري، سلطة المياه، عمان.

7- سطلة المياه (1996). تقرير الوضع المائي في المملكة لعام 1996، تقرير غير منشور، سلطة المياه، عمان.

8- عثمان غنيم (2005)، مقدمة في التخطيط التنموي الأقليمي، دار صفاء، عمان.

9- عاطف الخرابشة ومحمد الشطناوي (1996). هيدرولوجيا الوديان، منظمة اليونسكو، القاهرة.

10- عاطف الخرابشة (2000)، تطوير مصادر المياه في الأردن، المحلية العربية لإدارة مياه الري، عدد (3)، الخرطوم.

11- ليلسان، توماس وكيفر رالف (1994)ن الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات، ترجمة حسن فاروق، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، دمشق

12- معاوية سمارة (1997). الموارد المائية في الأردن واستثماراتها حتى عام 2025، تقرير غير منشور لدى سلطة المياه، عمان.

13- نعمان، شحادة (1983)، المناخ العلمي، منشورات الجامعة الأردنية، عمان.

14- وزارة المياه والري (1989). مصادر المياه واستعمالاتها في الأردن، مؤتمر الموارد المائية للدول العربية وأهميتها الإستراتيجية، عمان.

15- وزارة التخطيط والتعاون الدولي الفلسطينية (1998). المخطط الطارئ لحماية الموارد الطبيعية في فلسطين، وزارة التخطيط، القدس.

المراجع الأجنبية

1) Gupta, A and Asher, M.(1998), Environment and the Developing world, wiley, New York,

2) Harrop, D. and Nixon, J., (1999), Environmental Assessment in Parctice, Routledge, london.

3) Kozlowski, J. and Hill, G., (1998),Towards Planning for sustainable Development, Aguide for the ultimate environmental threshold (UET) method, Ashgat publications, sydney.



المواقع الإلكترونية

1) www. AL. Moqatel. com

2) www. Annabaa. org

3) www. aoad. Org

4) www. Kurdistanabinxete. Com

5) www. Almustagbal. Com

6) www. icarda. org

7) www. atnesa. Org

8) www. uaeagricent @ moew-gov.ae

9) www. usaidjordan. org

10) www. moiwr. gov.sd

الحصاد المائي
في الأقاليم

الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي





9 789957 244477



دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع

عمّان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس: 4612190 6 962+ ص.ب 922762 عمّان 11192 الأردن
www.darsafa.net E-mail:safa@darsafa.net